



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Evaluación de los parámetros hematológicos: Cuadro hemático y frotis de sangre periférica, en trabajadores expuestos a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides. Cundinamarca 2016-2017.**

**Sandra Catalina Cortés Iza**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología  
Bogotá, Colombia  
2017

# **Evaluación de los parámetros hematológicos: Cuadro hemático y frotis de sangre periférica, en trabajadores expuestos a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides. Cundinamarca 2016-2017.**

**Sandra Catalina Cortés Iza**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de: Magister en Toxicología

Directora

Dra. Alba Isabel Rodríguez  
Médica. Msc. Toxicología  
Profesora asociada Dpt. Toxicología  
Universidad Nacional de Colombia

Codirector

Dr. Edgar Prieto Suarez  
Profesor asociado Dpt. De Salud Pública  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional de Colombia

Línea de Investigación:  
Toxicología Ocupacional  
Grupo de Investigación:  
TOXICAO

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología  
Bogotá, Colombia  
2017

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar las posibles alteraciones hematotóxicas a través de una exploración clínica y paraclínica, en los trabajadores que por su oficio se exponen a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, en procesos de producción, envase, distribución y fumigación, en el departamento de Cundinamarca Colombia.

**Metodología:** Se trata de un estudio epidemiológico observacional descriptivo de corte transversal, en donde se realiza un análisis univariado, bivariado y multivariado. La muestra se conforma por 92 trabajadores de 6 empresas, en su mayoría entre los 18 y 30 años, de los cuales el 61% son hombres y el 39% mujeres, 71% se desempeñan en el área operativa y 29% en el área administrativa. **Resultados:** Es de resaltar que se tienen hallazgos en la exploración clínica en el 17% del grupo participante, solo el 2% presenta la colinesterasa eritrocitaria por fuera de los rangos de referencia. Los parámetros hematológicos como el frotis de sangre periférica presentan valores por fuera de los rangos en el 15% y el cuadro hemático tiene valores por fuera de los rangos en el 47% de las personas. **Discusión:** Los resultados sugieren que existen alteraciones hematológicas en este grupo y que posiblemente podrían estar asociadas con la exposición crónica a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides.

Palabras clave: Pesticidas, organofosforados, carbamatos, peroxidación de lípido, estrés oxidativo, células sanguíneas, acetilcolinesterasa. (Fuente: DeCS)

## ABSTRACT

**Objective:** Define the possible hematotoxic alterations through a clinical and paraclinical examination in the workers exposed to organophosphorus, carbamate and pyrethroid pesticides in production, packaging, distribution, and fumigation processes in the department of Cundinamarca, Colombia. **Methodology:** This is a cross-sectional descriptive epidemiological study, where a univariate, bivariate and multivariate analysis is performed. The sample is made up of 92 workers from 6 companies, mostly between 18 and 30 years, of which 61% are men and 39% Women, 71% work in the operational area and 29% in the administrative area. **Results:** It is noteworthy that there are findings in clinical exploration in 17% of the participating group, only 2% have erythrocyte cholinesterase outside the reference ranges. Hematologic parameters such as the peripheral blood smear have values outside the ranges in 15% and the blood count has values outside the ranges in 47% of people. **Discussion:** The results suggest that there are hematological alterations in this group and that could possibly be associated with chronic exposure to organophosphorus, carbamate and pyrethroid pesticides.

Key words: Pesticides, Organophosphorus Compounds, Carbamates, Lipid Peroxidation, Oxidative Stress, Blood Cells, Acetylcholinesterase. (Source: MeSH)

# Tabla de contenido

1. Título.....	21
2. Pregunta de Investigación.....	21
3. Planteamiento del problema .....	21
4. Justificación .....	25
5. Estado del Arte.....	27
6. Marco Teórico.....	33
6.1 Colinesterasas.....	33
6.2 Peroxidación lipídica y estrés oxidativo. ....	37
6.3 Peroxidación lipídica y estrés oxidativo por pesticidas.....	39
6.4 Alteraciones en células sanguíneas por peroxidación lipídica inducida por pesticidas. ....	40
6.5 El cuadro hemático como prueba para evaluar los elementos celulares de la sangre. ....	41
6.6 Frotis de sangre periférica, en la evaluación de las células sanguíneas.....	44
7. Objetivo General .....	45
8. Objetivos Específicos .....	45
9. Metodología.....	45
9.1 Tipo de Estudio .....	45
9.2 Área geográfica.....	45
9.3 Variables .....	45
9.3.1 Independiente .....	45
9.3.2 Dependiente.....	46
9.3.3 Variables potencialmente relacionadas con la variable dependiente .....	46
9.4 Universo.....	48
9.5 Población a estudio.....	49
9.6 Tamaño de la muestra.....	49
9.7 Criterios de inclusión .....	51
9.8 Criterios de exclusión.....	51
9.9 Procedimiento para la recolección de información.....	51
9.10 Toma de muestras para el análisis de parámetros hematológicos. ....	54

---

9.11 Toma de muestras para medición de actividad de colinesterasa.....	55
9.12 Análisis estadístico .....	55
10. Consideraciones éticas .....	56
11. Propiedad intelectual .....	57
12. Declaración de conflictos de interés.....	57
13. Financiación .....	57
14. Grupo de investigación.....	57
15. Presentación de resultados.....	58
15.1 Análisis univariado.....	58
15.1.1 Perfil de la población .....	58
15.1.1.1 Distribución por edad .....	60
15.1.1.2 Distribución por sexo.....	61
15.1.1.3 Distribución por Área.....	61
15.1.1.4 Distribución por sexo y área de desempeño.....	63
15.1.1.5 Distribución por estado civil.....	63
15.1.1.6 Distribución por nivel educativo .....	64
15.1.1.7 Distribución por nivel educativo y área de desempeño.....	65
15.1.1.8 Distribución según lugar de residencia.....	66
15.1.2 Variables Ocupacionales y Extraocupacionales .....	66
15.1.2.1 Distribución por cargo desempeñado .....	66
15.1.2.2 Distribución por antigüedad en el cargo, antigüedad en la empresa y tiempo en contacto con pesticidas.....	67
15.1.2.3 Distribución por manera de exposición a los pesticidas .....	70
15.1.2.4 Distribución por horas de trabajo al día en contacto directo con los pesticidas .....	72
15.1.2.5 Distribución por uso y elementos de protección personal utilizados .....	73
15.1.2.6 Distribución por actividades extralaborales.....	75
15.1.2.7 Distribución por pasatiempos .....	76
15.1.2.8 Distribución por ejercicio físico, frecuencia y tipo de ejercicio .....	76
15.1.3 Hábitos Tóxicos .....	78
15.1.3.1 Distribución por tabaquismo .....	78
15.1.3.2 Distribución por consumo de drogas .....	79

---

15.1.3.3 Distribución por consumo de bebidas alcohólicas.....	79
15.1.4 Antecedentes médicos personales .....	80
15.1.4.1 Distribución por Hospitalizaciones .....	80
15.1.4.2 Distribución por antecedentes patológicos .....	81
15.1.4.3 Distribución por antecedente de enfermedades hematopoyéticas en la familia .....	83
15.1.4.4 Distribución por consumo de medicamentos formulados .....	84
15.1.4.5 Distribución por consumo de sustancias autoformuladas .....	87
15.1.4.6 Distribución por antecedente de intoxicación por contacto con pesticidas .....	88
15.1.5 Síntomas .....	89
15.1.6 Exámen físico.....	91
15.1.6.1 Constantes fisiológicas .....	91
15.1.6.1.1 Peso, Talla, IMC. ....	91
15.1.6.1.2 Presión Arterial.....	93
15.1.6.2 Exámen Cardiovascular.....	96
15.1.6.3 Piel, mucosas y faneras.....	96
15.1.6.4 Sistema hematopoyético.....	97
15.2 Análisis Bivariado.....	97
15.2.1 Actividad de colinesterasa eritrocitaria .....	98
15.2.2 Frotis de sangre periférica .....	101
15.2.2.1 Distribución de tipo de alteraciones en el frotis de sangre periférica ....	102
15.2.2.2 Distribución de frotis de sangre periférica alterado según sexo.....	103
15.2.2.3 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según área.....	104
15.2.2.4 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según sexo y área	105
15.2.2.5 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según rango de edad .....	106
15.2.2.6 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según cargo .....	107
15.2.2.7 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según tiempo de exposición a los pesticidas.....	108
15.2.2.8 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según horas de contacto al día con los pesticidas .....	109
15.2.2.9 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según uso de elementos de protección personal.....	110

---

15.2.2.10 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de cigarrillo .....	111
15.2.2.11 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de alcohol .....	111
15.2.2.12 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según antecedentes patológicos.....	112
15.2.2.13 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de medicamentos formulados .....	113
15.2.2.14 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de medicamentos autoformulados .....	115
15.2.2.15 Distribución de frotis de sangre periférica alterado según antecedente de intoxicación con pesticidas.....	116
15.2.2.16 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según sintomatología .....	116
15.2.2.17 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según hallazgos al examen físico.....	117
15.2.2.18 Distribución de alteración en las líneas celulares del FSP según cargo .....	118
15.2.3 Cuadro hemático .....	120
15.2.3.1 Distribución de Cuadro hemático por fuera del rango y tipo de alteración .....	122
15.2.3.2 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según sexo .	126
15.2.3.3 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según área de desempeño .....	127
15.2.3.4 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según sexo y área de desempeño .....	129
15.2.3.5 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según cargo	130
15.2.3.6 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según edad.	132
15.2.3.7 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según tiempo en contacto directo con los pesticidas.....	133
15.2.3.8 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según ejercicio físico .....	134
15.2.3.9 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según horas de contacto directo al día con los pesticidas.....	135
15.2.3.10 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según uso de EPP.....	136



---

15.2.3.11 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de cigarrillo .....	137
15.2.3.12 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de alcohol .....	138
15.2.3.13 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según antecedentes patológicos.....	139
15.2.3.14 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de medicamentos formulados.....	140
15.2.3.15 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de medicamentos autoformulados .....	142
15.2.3.16 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según antecedente de intoxicación con pesticidas.....	142
15.2.3.17 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según sintomatología .....	143
15.2.3.18 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según hallazgos al examen físico .....	145
15.3 Análisis Multivariado.....	146
16. Análisis y discusión de resultados.....	150
17. Conclusiones y recomendaciones.....	161
ANEXO A: Tipo de alteraciones en el FSP y CH según las variables de mayor proporción. ....	164
ANEXO B: Consentimiento Informado .....	185
ANEXO C: Historia clínica toxicológica con énfasis en sistema hematopoyético. ....	187
ANEXO D: Reporte de cuadro hemático, colinesterasa eritrocitaria y frotis de sangre periférica.....	190
ANEXO E: Formato concepto de evaluaciones médicas .....	192
Bibliografía .....	194

## Lista de Tablas

## Pág.

<b>Tabla N° 1:</b> Diferencias en la variación de la actividad de los diferentes tipos de colinesterasa de acuerdo con condiciones fisiopatológicas específicas.....	35
<b>Tabla N° 2:</b> Operativización de las variables .....	46
<b>Tabla N° 3:</b> Empresas participantes y número de trabajadores disponibles.....	58
<b>Tabla N° 4:</b> Características demográficas de los participantes por empresa. ....	59
<b>Tabla N° 5:</b> Distribución de la población evaluada por rango de edad.....	60
<b>Tabla N° 6:</b> Distribución por sexo .....	61
<b>Tabla N° 7:</b> Distribución por Área de desempeño .....	62
<b>Tabla N° 8:</b> Distribución por sexo y área de desempeño .....	63
<b>Tabla N° 9:</b> Distribución por estado civil.....	64
<b>Tabla N° 10:</b> Distribución por nivel educativo .....	65
<b>Tabla N° 11:</b> Distribución por nivel educativo y área de desempeño .....	66
<b>Tabla N° 12:</b> Distribución por lugar de residencia .....	66
<b>Tabla N° 13:</b> Distribución por cargo desempeñado.....	67
<b>Tabla N° 14:</b> Distribución por tiempo de exposición a pesticidas y área de desempeño .....	69
<b>Tabla N° 15:</b> Distribución por manera de exposición .....	71
<b>Tabla N° 16:</b> Distribución por área y manera de exposición.....	72
<b>Tabla N° 17:</b> Distribución por horas de contacto directo al día con los pesticidas. .	73
<b>Tabla N° 18:</b> Distribución por uso de elementos de protección personal.....	73
<b>Tabla N° 19:</b> Distribución por elementos de protección personal utilizados .....	74
<b>Tabla N° 20:</b> Distribución de realización de actividades extralaborales .....	75
<b>Tabla N° 21:</b> Distribución por actividades extralaborales.....	76
<b>Tabla N° 22:</b> Distribución por tipo de pasatiempos.....	76
<b>Tabla N° 23:</b> Distribución por frecuencia de ejercicio físico.....	77
<b>Tabla N° 24:</b> Distribución de fumadores.....	79
<b>Tabla N° 25:</b> Distribución de antecedentes patológicos.....	81
<b>Tabla N° 26:</b> Distribución de enfermedades hematopoyéticas en la familia .....	83
<b>Tabla N° 27:</b> Distribución de tiempo de consumo de medicamentos formulados ....	86
<b>Tabla N° 28:</b> Distribución por tipo de sustancias autoformuladas consumidas .....	87
<b>Tabla N° 29:</b> Distribución de consumo de sustancias autoformuladas.....	88
<b>Tabla N° 30:</b> Peso, Talla, IMC.....	92
<b>Tabla N° 31:</b> Distribución por IMC.....	92
<b>Tabla N° 32:</b> Presión arterial.....	93
<b>Tabla N° 33:</b> Distribución de tensión arterial sistólica .....	94
<b>Tabla N° 34:</b> Distribución de tensión arterial Diastólica .....	95
<b>Tabla N° 35:</b> Distribución por hallazgos en el Exámen cardiovascular (C-V) .....	96
<b>Tabla N° 36:</b> Distribución por hallazgos en piel, mucosa y faneras .....	97
<b>Tabla N° 37:</b> Distribución por hallazgos en el Sistema hematopoyético .....	97
<b>Tabla N° 38:</b> Variables estadísticas de actividad de colinesterasa eritrocitaria .....	99

<b>Tabla N° 39:</b> Distribución de la actividad de colinesterasa eritrocitaria fuera y dentro de los rangos .....	100
<b>Tabla N° 40:</b> Alteración de las líneas celulares del FSP .....	102
<b>Tabla N° 41:</b> Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según sexo .....	103
<b>Tabla N° 42:</b> Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según área .....	104
<b>Tabla N° 43:</b> Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según sexo y área .....	106
<b>Tabla N° 44:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica por rango de edad .....	106
<b>Tabla N° 45:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica por cargo .....	107
<b>Tabla N° 46:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica por rango de tiempo de exposición a estos. ....	108
<b>Tabla N° 47:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y horas de contacto al día con los pesticidas .....	109
<b>Tabla N° 48:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y uso de EPP .....	110
<b>Tabla N° 49:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de cigarrillo.....	111
<b>Tabla N° 50:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de alcohol.....	111
<b>Tabla N° 51:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y antecedentes patológicos.....	113
<b>Tabla N° 52:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de patología. ....	113
<b>Tabla N° 53:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de medicamentos formulados.....	114
<b>Tabla N° 54:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de medicamentos formulados. ....	115
<b>Tabla N° 55:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y medicamentos auto formulados.....	115
<b>Tabla N° 56:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y antecedente de intoxicación con pesticidas .....	116
<b>Tabla N° 57:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y síntomas .....	117
<b>Tabla N° 58:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de síntomas.....	117
<b>Tabla N° 59:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y hallazgos al examen físico .....	118
<b>Tabla N° 60:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de hallazgos al examen físico .....	118
<b>Tabla N° 61:</b> Parámetros normales de la línea roja del cuadro hemático en hombres - mujeres y variables estadísticas.....	120

<b>Tabla N° 62:</b> Parámetros normales de la línea blanca - plaquetas del cuadro hemático y variables estadísticas. ....	120
<b>Tabla N° 63:</b> Distribución del resultado del cuadro hemático .....	121
<b>Tabla N° 64:</b> Distribución de alteraciones en los parámetros del cuadro hemático	122
<b>Tabla N° 65:</b> Frecuencia de tipo de alteración por cada parámetro del cuadro hemático.....	124
<b>Tabla N° 66:</b> Distribución de resultados por fuera del rango del cuadro hemático según sexo.....	126
<b>Tabla N° 67:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático, según área de desempeño.....	127
<b>Tabla N° 68:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático, según área de desempeño y tipo de alteración. ....	128
<b>Tabla N° 69:</b> Distribución de trabajadores con cuadro hemático por fuera del rango, según sexo y área de desempeño. ....	129
<b>Tabla N° 70:</b> Distribución de trabajadores con cuadro hemático por fuera del rango, según cargo.....	131
<b>Tabla N° 71:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según rango de edad.....	132
<b>Tabla N° 72:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según tiempo en contacto con pesticidas .....	133
<b>Tabla N° 73:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según ejercicio físico.....	134
<b>Tabla N° 74:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y horas de contacto directo al día con los pesticidas.....	135
<b>Tabla N° 75:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según uso de EPP .....	136
<b>Tabla N° 76:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según consumo de cigarrillo .....	137
<b>Tabla N° 77:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según consumo de alcohol mínimo una vez a la semana.....	139
<b>Tabla N° 78:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según antecedentes patológicos .....	139
<b>Tabla N° 79:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de patología.....	140
<b>Tabla N° 80:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y consumo de medicamentos formulados .....	141
<b>Tabla N° 81:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de medicamentos formulados.....	141
<b>Tabla N° 82:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y consumo de medicamentos auto formulados.....	142
<b>Tabla N° 83:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y antecedente de intoxicación con pesticidas .....	143
<b>Tabla N° 84:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y síntomas.....	144

<b>Tabla N° 85:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de síntomas .....	144
<b>Tabla N° 86:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y hallazgos al examen físico .....	146
<b>Tabla N° 87:</b> Tipo de alteración del FSP en las mujeres del área administrativa ...	164
<b>Tabla N° 88:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con edad mayor a 50 años .....	164
<b>Tabla N° 89:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que llevan menos de 1 año expuestos a los pesticidas. ....	165
<b>Tabla N° 90:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con exposición menor a 1 hora a los pesticidas. ....	166
<b>Tabla N° 91:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no usan EPP ....	166
<b>Tabla N° 92:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen cigarrillo .....	167
<b>Tabla N° 93:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen alcohol .....	167
<b>Tabla N° 94:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentan patologías .....	168
<b>Tabla N° 95:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que consumen medicamentos formulados .....	169
<b>Tabla N° 96:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados .....	169
<b>Tabla N° 97:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con antecedente de intoxicación con pesticidas .....	170
<b>Tabla N° 98:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron síntomas .....	170
<b>Tabla N° 99:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron hallazgos al examen físico .....	171
<b>Tabla N° 100:</b> Tipo de alteración del CH en las mujeres del área administrativa ...	172
<b>Tabla N° 101:</b> Tipo de alteración del CH según cargo .....	172
<b>Tabla N° 102:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores con edad mayor a 50 años .....	173
<b>Tabla N° 103:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que llevan de 1 a 10 años expuestos a pesticidas. ....	174
<b>Tabla N° 104:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que realizan ejercicio físico .....	175
<b>Tabla N° 105:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores con exposición de 6 a 9 horas a los pesticidas .....	176
<b>Tabla N° 106:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no usan EPP ....	177
<b>Tabla N° 107:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen cigarrillo .....	177
<b>Tabla N° 108:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen alcohol .....	178
<b>Tabla N° 109:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentan patologías .....	179

<b>Tabla N° 110:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen medicamentos formulados .....	180
<b>Tabla N° 111:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados.....	181
<b>Tabla N° 112:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores con antecedente de intoxicación con pesticidas.....	182
<b>Tabla N° 113:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentaron síntomas.....	182
<b>Tabla N° 114:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no presentaron hallazgos al examen físico .....	183

## Lista de Figuras

## Pág.

<b>Figura N° 1:</b> Distribución por sexo.....	61
<b>Figura N° 2:</b> Distribución por Área de desempeño.....	62
<b>Figura N° 3:</b> Distribución por sexo y área de desempeño.....	63
<b>Figura N° 4:</b> Distribución por estado civil .....	64
<b>Figura N° 5:</b> Distribución por nivel educativo.....	65
<b>Figura N° 6:</b> Medidas estadísticas por antigüedad en el cargo, antigüedad en la empresa y tiempo en contacto con pesticidas (meses).....	69
<b>Figura N° 7:</b> Distribución por tiempo de exposición a pesticidas y área de desempeño .....	70
<b>Figura N° 8:</b> Distribución por manera de exposición .....	71
<b>Figura N° 9:</b> Distribución por uso de elementos de protección personal .....	73
<b>Figura N° 10:</b> Distribución por elementos de protección personal utilizados.....	74
<b>Figura N° 11:</b> Distribución de realización de actividades extralaborales .....	75
<b>Figura N° 12:</b> Distribución por tipo de ejercicio físico.....	77
<b>Figura N° 13:</b> Distribución por tabaquismo .....	78
<b>Figura N° 14:</b> Distribución de fumadores y exfumadores .....	79
<b>Figura N° 15:</b> Distribución de consumidores de bebidas alcohólicas mínimo una vez a la semana .....	80
<b>Figura N° 16:</b> Distribución de causas de hospitalizaciones.....	81
<b>Figura N° 17:</b> Distribución de patologías por grupo .....	82
<b>Figura N° 18:</b> Distribución de tipo de enfermedades hematopoyéticas en la familia .....	83
<b>Figura N° 19:</b> Distribución de consumo de medicamentos formulados.....	84
<b>Figura N° 20:</b> Distribución de grupo de medicamentos consumidos.....	86
<b>Figura N° 21:</b> Distribución por tipo de sustancias autoformuladas consumidas.....	88
<b>Figura N° 22:</b> Distribución de antecedente de intoxicación por contacto con pesticidas .....	89
<b>Figura N° 23:</b> Distribución de presencia de síntomas.....	90
<b>Figura N° 24:</b> Distribución de tipo de síntomas .....	90
<b>Figura N° 25:</b> Distribución por IMC .....	93
<b>Figura N° 26:</b> Distribución de tensión arterial sistólica.....	94
<b>Figura N° 27:</b> Distribución de tensión arterial Diastólica.....	95
<b>Figura N° 28:</b> Distribución de la actividad de colinesterasa eritrocitaria por rangos ..	99
<b>Figura N° 29:</b> Actividad de colinesterasa eritrocitaria .....	100
<b>Figura N° 30:</b> Frecuencia de alteraciones en el frotis de sangre periférica .....	102
<b>Figura N° 31:</b> Alteración en las líneas celulares del FSP .....	103
<b>Figura N° 32:</b> Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según sexo .....	104
<b>Figura N° 33:</b> Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según área .....	105
<b>Figura N° 34:</b> Distribución de anomalía del frotis de sangre periférica y consumo de alcohol.....	112

<b>Figura N° 35:</b> Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de medicamentos formulados.....	114
<b>Figura N° 36:</b> Distribución de alteraciones del frotis de sangre periférica y cargo..	119
<b>Figura N° 37:</b> Distribución del resultado del cuadro hemático .....	121
<b>Figura N° 38:</b> Distribución de alteraciones en los parámetros del cuadro hemático .....	123
<b>Figura N° 39:</b> Frecuencia de tipo de alteración por cada parámetro del cuadro hemático. ....	125
<b>Figura N° 40:</b> Distribución de resultados por fuera del rango del cuadro hemático según sexo.....	126
<b>Figura N° 41:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático, según área de desempeño.....	128
<b>Figura N° 42:</b> Distribución de trabajadores con cuadro hemático por fuera del rango, según sexo y área de desempeño.....	130
<b>Figura N° 43:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según ejercicio físico.....	134
<b>Figura N° 44:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según uso de EPP. ....	136
<b>Figura N° 45:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según consumo de cigarrillo. ....	138
<b>Figura N° 46:</b> Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y antecedente de intoxicación con pesticidas. ....	143
<b>Figura N° 47:</b> Plano factorial del ACM.....	146
<b>Figura N° 48:</b> Tipo de alteración del FSP en las mujeres del área administrativa. ....	164
<b>Figura N° 49:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con edad mayor a 50 años.....	165
<b>Figura N° 50:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que llevan menos de 1 año expuestos a los pesticidas. ....	165
<b>Figura N° 51:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con exposición menor a 1 hora a los pesticidas. ....	166
<b>Figura N° 52:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no usan EPP .	166
<b>Figura N° 53:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen cigarrillo .....	167
<b>Figura N° 54:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen alcohol .....	168
<b>Figura N° 55:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentan patologías .....	168
<b>Figura N° 56:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que consumen medicamentos formulados .....	169
<b>Figura N° 57:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados.....	170
<b>Figura N° 58:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron síntomas .....	171



---

<b>Figura N° 59:</b> Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron hallazgos al examen físico .....	171
<b>Figura N° 60:</b> Tipo de alteración del CH en las mujeres del área administrativa ...	172
<b>Figura N° 61:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores con edad mayor a 50 años .....	174
<b>Figura N° 62:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que llevan de 1 a 10 años expuestos a pesticidas. ....	175
<b>Figura N° 63:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que realizan ejercicio físico .....	176
<b>Figura N° 64:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores con exposición de 6 a 9 horas a los pesticidas .....	176
<b>Figura N° 65:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no usan EPP ....	177
<b>Figura N° 66:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen cigarrillo .....	178
<b>Figura N° 67:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen alcohol .....	179
<b>Figura N° 68:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentan patologías .....	180
<b>Figura N° 69:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen medicamentos formulados .....	181
<b>Figura N° 70:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados .....	182
<b>Figura N° 71:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentaron síntomas.....	183
<b>Figura N° 72:</b> Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no presentaron hallazgos al examen físico .....	184

**LISTA DE ANEXOS****Pág.**

ANEXO A: Tipo de alteraciones en el FSP y CH según las variables de mayor proporción.....	164
ANEXO B: Consentimiento Informado .....	185
ANEXO C: Historia clínica toxicológica con énfasis en sistema hematopoyético. ...	187
ANEXO D: Reporte de cuadro hemático, colinesterasa eritrocitaria y frotis de sangre periférica. ....	190
ANEXO E: Formato concepto de evaluaciones médicas .....	192

## Introducción

Los pesticidas son sustancias que han sido utilizadas por el hombre para combatir organismos vivos que se denominan plagas, cuya finalidad es destruir, mitigar o repeler alguno de estos. Como ya se conoce, el mecanismo de daño de pesticidas como organofosforados y carbamatos es la inhibición irreversible y reversible respectivamente de la enzima colinesterasa, encargada de degradar el neurotransmisor acetilcolina en acetato y colina, impidiendo así la estimulación permanente de este sobre los receptores nicotínicos y muscarínicos del sistema nervioso autónomo. Por su parte los piretroides actúan sobre los canales de sodio voltaje dependientes, retrasando el cierre de estos y generando una corriente de sodio al interior de la célula, alterando el potencial de membrana. (1)

Según resultados de varios estudios, los organofosforados y carbamatos además de producir la inhibición de la enzima colinesterasa, son los causantes de la producción de radicales libres que lesionan las membranas celulares ricas en lípidos, produciendo a su vez daño en dichas membranas por peroxidación lipídica. Si bien los piretroides alteran los canales de sodio retardando su cierre, también están implicados en el daño oxidativo de las membranas celulares.

La mayor parte de estudios se han realizado mediante ensayos experimentales en animales, pero también existe información de daño a las membranas celulares en el organismo humano, donde se miden marcadores de estrés oxidativo los cuales en algunos casos presentan aumento en su concentración, y en otros casos disminuyen, sin que se conozca el porqué de

dicho comportamiento de estos sistemas de defensa antioxidante, presentes de manera natural en el organismo del hombre.

En estos estudios se han descrito especialmente alteraciones a nivel de las células sanguíneas por el mecanismo mencionado anteriormente de peroxidación lipídica en las membranas de dichas unidades. Algunos de estos estudios describen alteraciones en las concentraciones de hemoglobina, así como alteraciones sobre la línea celular roja y blanca, presentando en varios casos aumento y en otra disminución del recuento de estas.

En Colombia no se han realizado estudios que evalúen el comportamiento de las células sanguíneas ante la exposición crónica a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides que, si bien han disminuido su aplicación, aún continúan usándose en varios sectores de producción.

Por lo anterior con la realización de esta investigación se conoció el comportamiento de las células sanguíneas, mediante la evaluación de parámetros hematológicos por medio cuadro hemático y frotis de sangre periférica, como indicadores de hematotoxicidad, posiblemente atribuible a la exposición a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides en los trabajadores de sectores de producción que se encuentren expuestos a estos.

Información que puede ser la base de más estudios, que sean de utilidad al momento de realizar las evaluaciones médicas ocupacionales tanto de ingreso, como periódicas y de egreso, ya que dichos paraclínicos se podrían comportar como biomarcadores de efecto.

Fortaleciendo con lo anteriormente el área de hematología ocupacional, que en nuestro contexto aún no se ha explorado de manera consistente y que es un reto importante para los profesionales que se desempeñan en el campo de la medicina laboral y la toxicología, ya que se debe ampliar la observación

y el cuidado sobre el comportamiento de la salud de los trabajadores que se encuentran expuestos a sustancias tóxicas.

## **1. Título**

Evaluación de los parámetros hematológicos: Cuadro hemático y frotis de sangre periférica, en trabajadores expuestos a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides. Cundinamarca 2016-2017.

## **2. Pregunta de Investigación**

¿Cuáles son las variaciones del examen clínico, cuadro hemático y el frotis de sangre periférica, en una muestra de trabajadores expuestos a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides?

## **3. Planteamiento del problema**

Los organofosforados, carbamatos y piretroides han sido usados en grandes cantidades en el mundo para fines insecticidas agrícolas. Según las cifras del Banco Mundial, los países con mayor consumo de plaguicidas en 2010 fueron: Italia, Ucrania, Japón, Alemania, India, Ecuador, Colombia, Turquía, Polonia, Reino Unido, Bolivia, Chile, Uruguay, Guatemala y Costa Rica. En Colombia, según las cifras de la misma entidad, el consumo anual de plaguicidas por tonelada, aumentó 379% entre 1997 y 1998. Entre 1990 y 1996 el consumo anual fue inferior a 20.000 toneladas, pero entre 1998 y 2010, dicha variable fue superior a 48.000 toneladas, alcanzando un máximo de 151.686 en el año 2000. Según esta entidad, en Colombia desde hace 20 años se incrementó el uso en toneladas y la importación de plaguicidas en un 360 % (2)

En los últimos años los descubrimientos químicos han mostrado múltiples componentes o sustancias que son utilizadas para proteger cultivos y cosechas, dentro de los cuales se encuentran dichos insecticidas. Dentro de la clasificación según el origen de los insecticidas, tenemos que los organoclorados,

organofosforados, carbamatos y piretroides, se encuentran dentro del grupo de plaguicidas organosintéticos, sintetizados en el laboratorio por el hombre, y que contienen hidrógeno, carbono, y uno o más elementos como cloro, fósforo, nitrógeno, azufre, etc. (2)

En Colombia la mayor parte de los plaguicidas utilizados, pertenecen al grupo de los organosintéticos mencionados anteriormente, cuya acción se basa en la naturaleza química del grupo funcional, al cual se le atribuyen las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas del plaguicida. Debido a su alto consumo, mayor toxicidad para los hombres, persistencia y residualidad, los insecticidas organosintéticos han sido ampliamente estudiados. Cabe resaltar que los organoclorados son agresores ecológicos potentes dada su capacidad para resistir condiciones ambientales como temperatura, rayos solares y humedad, permaneciendo inalterados por años. En Colombia los organoclorados fueron prohibidos, siendo los últimos el Lindano para uso agrícola y el DDT. (2)

No existe en el momento información reciente y específica sobre plaguicidas, sin embargo, estos productos se encuentran contenidos dentro de productos de sustancias y productos químicos. Así las cosas, se analiza su participación en la producción nacional. La fabricación de sustancias y productos químicos representó entre el primer trimestre de 2000 y el primer trimestre de 2007 menos del 2% del producto interno bruto, mostrando un leve descenso a partir del primer trimestre de 2010. Este descenso es más pronunciado para la agricultura que pasó del 8,07% en el tercer trimestre de 2003 a 6,26% en el primer trimestre de 2013. (2)

En cuanto a la producción nacional en los años 2000 y 2011 estuvo cerca al 3%, lo cual significa que su peso en la economía nacional se ha mantenido sin mayores variaciones, pero su participación es muy pequeña. Por su parte las exportaciones de productos químicos estuvieron entre el 6% y el 8%, entre los años 2000 y 2011, la proporción de estos productos en las importaciones varió entre el 19,23% (en 2000) y 12,35% (en 2011). Se aprecia una tendencia a la reducción de las importaciones, lo que podría significar que existe una sustitución por el producto nacional. (2)

En un estudio realizado en el año 2005 (3) llamado “Descripción del uso y manejo de plaguicidas en las empresas de flores afiliadas a Asocolflores”, la distribución de los plaguicidas clasificadas por su grupo funcional evidenció que, en la sabana de Bogotá, los plaguicidas con mayor uso son los ditiocarbamatos, seguidos por los hidrocarburos clorados más organoclorados y los metilisocianatos, por su parte que en el departamento de Antioquia, ocupan en primer puesto, los metilisocianatos, continuando con los benzimidazoles y los ditiocarbamatos. Los carbamatos y organofosforados correspondieron en total al 7,9% (5,0% y 2,9% respectivamente) y los clorados al 0,11% del total de ingrediente activo/hectárea aplicado en las 1.238,6 hectáreas de las 73 empresas que reportaron el listado de consumo de plaguicidas del año 1999.

La exposición y toxicidad a estos compuestos se configura como un problema de salud pública, las intoxicaciones tanto agudas como crónicas son comunes entre trabajadores de la agricultura, por su uso en diferentes áreas. Según Varona M. et al. (3) “los trabajadores de riesgo alto, los de riesgo medio y bajo pueden tener exposición a los plaguicidas en sus actividades normales de trabajo (jefes de área, operarios de campo, trabajadores en post-cosecha) ya que las desarrollan en un ambiente donde se manipulan estas sustancias”.

Los resultados de diferentes estudios muestran que estos compuestos cuando entran en contacto con el organismo, además de que causan las ya conocidas alteraciones neurotóxicas, además sugieren que uno de los mecanismos moleculares implicados en la toxicidad de organoclorados, carbamatos, organofosforados y piretroides, es la peroxidación lipídica, donde las especies reactivas de oxígeno (ERO) pueden incrementar los procesos oxidativos intracelulares, produciendo peroxidación lipídica en las membranas de ciertas células sanguíneas, especialmente el eritrocito debido a su riqueza en ácidos grasos poliinsaturados, en hierro del grupo hemo y en oxígeno, elementos todos ellos capaces de producir cambios oxidativos en las células rojas. (4)

La literatura reporta que estos agentes químicos de uso agrario, ejercen un efecto inhibitorio sobre el sistema enzimático antioxidante de los glóbulos rojos,

favoreciendo que se acumulen radicales libres por inhibición de las enzimas encargadas de su depuración.

Diversos estudios experimentales han mostrado tanto incrementos como descensos en la actividad enzimática antioxidante de eritrocitos de rata y en ensayos in vitro con cultivos celulares.

Estudios en humanos han obtenido también resultados contradictorios. Observando en algunos de ellos, un aumento de enzimas antioxidantes eritrocitarias en fumigadores con más de 5 años de exposición a plaguicidas. Por el contrario, otros estudios señalan un descenso de dichas enzimas eritrocitarias en intoxicaciones agudas por Organofosforados. (5)

En cuanto a alteraciones en células sanguíneas algunos estudios muestran que el conteo de células de la línea blanca como leucocitos, linfocitos, monocitos y plaquetas son más elevados en los trabajadores que manipulan pesticidas, que en los controles. La hemoglobina y el hematocrito se encontraron disminuidos en el grupo de los agricultores en comparación con los controles. (6)

El estrés oxidativo es determinante en la etiopatogenia de las alteraciones a nivel de las células sanguíneas, por lo cual se convierte en objeto de seguimiento y estudio, ya que puede constituir la base para la identificación de marcadores biológicos de exposición y de efecto, así como para evaluar los riesgos de la salud de los trabajadores. En Colombia no se han adelantado estudios de efectos que causan los pesticidas sobre las células sanguíneas, en población ocupacionalmente expuesta, teniendo en cuenta que esta es muy grande.

Según el estudio realizado en Colombia por Varona M et al. (3) "La prueba de laboratorio empleada al ingreso y para el seguimiento de los trabajadores con el objetivo de determinar la exposición a plaguicidas es la acetilcolinesterasa. Sin embargo, la mayoría de las empresas la usan de forma arbitraria para evaluar la



exposición a todo tipo de plaguicidas. Además, se usan otras pruebas diagnósticas no específicas para evaluar el efecto de los plaguicidas en la salud humana”.

Por lo anterior es necesario adelantar estudios en población ocupacionalmente expuesta a dichos pesticidas en Colombia, para conocer los cambios en los parámetros hematológicos que estos puedan producir, e identificar si el cuadro hemático y el frotis de sangre periférica se pueden utilizar en un futuro y luego de estudios adicionales como biomarcadores de efecto en esta población, para así ahondar un poco más en el campo de la Hematología Laboral, adicionalmente realizar intervenciones de forma preventiva, para detección precoz de alteraciones hematológicas, evitando el desarrollo de patologías crónicas.

## 4. Justificación

La Organización Mundial de la Salud, indica que cada año a nivel mundial se presentan alrededor de tres millones de casos de intoxicaciones agudas con plaguicidas, de las cuales cerca de 220.000 tienen un desenlace fatal y alrededor de 300.000 casos de intoxicación por plaguicidas son secundarios a la exposición ocupacional y accidental. (7)

En nuestro país, los plaguicidas denominados inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) conforman el grupo de insecticidas que con más frecuencia se utilizan en el control de plagas en los cultivos, programas de erradicación de vectores de importancia en salud pública y control de plagas en nivel domiciliario. También se utilizan otros grupos de plaguicidas como piretroides, fungicidas, herbicidas bipiridilos y fenoxiacéticos e inclusive organoclorados. (7)

Las estadísticas sobre las intoxicaciones por inhibidores de la colinesterasa son muy bajas, lo anterior debido al subregistro en la notificación de las intoxicaciones causadas por estos compuestos. (1)

Según el boletín epidemiológico del Instituto nacional de Salud, los eventos de intoxicaciones por sustancias químicas han tenido fluctuaciones en el

comportamiento de la notificación; durante la semana 29 estuvo dentro de los límites establecidos para el evento; sin embargo, en la semana 30 se presentó de nuevo un incremento de la notificación. (8)

En la exposición ocupacional a plaguicidas no solo hay que considerar los efectos agudos sobre la salud, sino también la aparición de efectos crónicos. Si bien en la intoxicación aguda por organofosforados y carbamatos hay inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, que genera acumulación de acetilcolina en la sinapsis nerviosa y como consecuencia altera el funcionamiento del impulso nervioso (1), se han descrito también alteraciones por estrés oxidativo en cierto tipo de células, como por ejemplo las células sanguíneas (9). En la intoxicación por piretroides los principales efectos se dan a nivel de los canales de sodio y cloro, dando como resultado alteraciones en las células excitables principalmente a nivel de nervio y músculo (1), adicionalmente también se han descrito en algunos estudios, alteraciones a nivel celular por estrés oxidativo. (4)

Los síntomas por efectos crónicos en la salud son muy inespecíficos y fácilmente se pueden confundir con otro tipo de enfermedades o alteraciones, por lo que establecer la relación causal entre este tipo de efectos y la exposición a estos compuestos es difícil. Sin embargo, antes de que se instaure alguna enfermedad propiamente dicha a nivel del sistema hematopoyético, se debe producir algún tipo de alteración bioquímica en las células sanguíneas, que indiquen que ciertas anomalías en su morfología (tamaño y forma), aumento o disminución de su recuento, evidenciables en el hemograma y el frotis de sangre periférica, están relacionadas con la exposición a plaguicidas.

En este estudio se evaluó cualquier tipo de variación presente tanto en la morfología como en el recuento de las células sanguíneas, teniendo en cuenta que el mecanismo de acción que describe la literatura de organofosforados, carbamatos y piretroides sobre estas células como se mencionó anteriormente, es la producción de estrés oxidativo con la consecuente peroxidación lipídica de la membrana celular.

Pretendiendo con lo descrito buscar marcadores sanguíneos que ofrezcan en un futuro y con otro tipo de estudios, mayor sensibilidad y especificidad en el diagnóstico precoz de la intoxicación crónica o que revelen datos de exposición-efecto.

Si esto se lograra comprobar y asociar, sería prudente considerar la introducción de este biomarcador, al sistema de vigilancia de salud de los trabajadores expuestos a este tipo de pesticidas.

## **5. Estado del Arte**

Varios estudios o investigaciones han abordado cual es la influencia de la exposición a plaguicidas y su efecto sobre el perfil bioquímico y hematológico de las personas expuestas. Con respecto a este último se han estudiado especialmente las enzimas antioxidantes presentes en el eritrocito y su comportamiento ante la exposición a plaguicidas.

El estrés oxidativo juega un papel importante en la toxicidad de varios de los compuestos químicos, entre los que se incluyen los plaguicidas, lo cual puede contribuir a tener manifestaciones tóxicas de estos compuestos (10). Según Keher JP (10) los mecanismos moleculares que están implicados en la toxicidad de organofosforados, carbamatos y organoclorados es la peroxidación lipídica.

Gutteridge JMC (11) indica que los mecanismos de defensa como la superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), Glutathion reductasa (GR) etc. pueden ejercer un papel protector frente a los efectos de las especies reactivas de oxígeno, inducidas por estos plaguicidas.

Praksam A et al. (12) indica que se ha observado una mayor fragilidad en los eritrocitos de los trabajadores que aplican plaguicidas, debido probablemente a un descenso de los niveles de Glutathion reductasa intraeritrocitaria y alteraciones de la fluidez de la membrana en el eritrocito secundarias a la peroxidación lipídica, lo anterior como resultado del estrés oxidativo que producen los plaguicidas.

Un estudio realizado por López O et al. (13), indica que varios de los pesticidas, incluidos los organofosforados, han sido reportados como productores de estrés oxidativo por la generación de radicales libres y porque inducen alteraciones en los mecanismos antioxidantes de defensa. En este estudio se mostró que los trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas presentaron bajos niveles de enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa (SOD) y la glutatión reductasa (GR) en comparación con las personas del grupo control. Los trabajadores que tuvieron una disminución o descenso de AChE mayor al 15% mostraron disminución de la actividad de SOD y CAT en el mismo periodo. La glutatión peroxidasa y glucosa 6 fosfato deshidrogenasa permanecieron sin alteraciones en las personas expuestas. El encontrar o no disminución de actividad enzimática está ligado a los efectos adversos en la salud relacionados a la toxicidad crónica por pesticidas.

Otros estudios (9) muestran que los piretroides inducen estrés oxidativo. Trazas de estos se evidenciaron en varios órganos tejidos y células, tales como el hígado, cerebro, riñón y eritrocitos. El aumento de enzimas antioxidantes, tal como la superóxido dismutasa y catalasa, que descompone peróxido de hidrogeno, y glutatión en eritrocitos es probablemente una respuesta adaptativa inicial responsable del incremento del estrés oxidativo por intoxicación por piretroides en ratas (14). Varios estudios han demostrado estrés oxidativo inducido por organofosforados en ratas y en humanos. La peroxidación lipídica también se ha evidenciado en cerebros de ratas y eritrocitos de humanos. (9).

Estudios adicionales muestran que el DDT induce estrés oxidativo y peroxidación lipídica. (9) (15). También el endosulfan y dieldrin tienen reportes de inducción de estrés oxidativo en ratones y ratas. (9) (16).

Según Kale M et al. (17), se realizó un estudio para determinar la inducción de la peroxidación lipídica por piretroides y para demostrar si la intoxicación por piretroides altera los sistemas antioxidantes en eritrocitos. Dosis de cipermetrina y/o fenvalerato fueron administradas vía oral a ratas y los animales fueron sacrificados al 0,1,3,7 y 14 días de tratamiento. Los resultados mostraron que la peroxidación lipídica en

---

eritrocitos incremento en un plazo de 3 días de tratamiento con piretroides. El incremento del estrés oxidativo resultó en un aumento en la actividad de enzimas antioxidantes tal como superóxido dismutasa (SOD) y catalasa (CAT). La reducción del contenido de glutatión en los eritrocitos probablemente fue el responsable del aumento del estrés oxidativo en intoxicación por piretroides en ratas. El incremento de peroxidación lipídica eritrocitaria se correlaciona con la inhibición de la actividad de la acetilcolinesterasa eritrocitaria y la acetilcolinesterasa eritrocitaria puede ser un marcador enzimático en toxicidad por piretroides. Los resultados de este estudio mostraron estrés oxidativo y alteración en las enzimas antioxidantes en eritrocitos de ratas intoxicadas por piretroides. (17)

Otro estudio realizado por Gultekin F et al. (18), en donde fue evaluado el estrés oxidativo en los trabajadores que manejaban organofosforados, piretroides sintéticos y pesticidas carbamatos. Se tomaron eritrocitos de un grupo de 94 trabajadores que utilizaban pesticidas (por lo menos 5 años de experiencia en el control de plagas en producción de manzanas y cerezas) y 45 sujetos control fueron examinados para los parámetros de estrés oxidativo. El grupo de control estaba compuesto por 45 personas sanas que vivían en la misma región sin exposición a los pesticidas. La medición de niveles de catalasa, superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa en los eritrocitos fueron analizados como biomarcadores de estrés oxidativo. Adicionalmente, la actividad de la colinesterasa eritrocitaria se midió como un biomarcador de la toxicidad. Los resultados mostraron que la exposición crónica a organofosforados, piretroides sintéticos y pesticidas carbamatos se asociaron con un aumento de las actividades de la catalasa, SOD y la peroxidación lipídica en glóbulos rojos ( $p < 0,05$ ). La actividad de la colinesterasa eritrocitaria no mostró diferencias significativas entre los dos grupos ( $p > 0,05$ ). En este estudio la conclusión fue que la exposición crónica de humanos a los pesticidas puede resultar en estimulación de enzimas antioxidantes.

Un estudio realizado en Argentina por Simoniello MF et al. (19) evaluaron trabajadores de área frutihortícola que se encontraban expuestos a plaguicidas, fueron clasificados en categorías por: exposición directa ( $n = 45$ ), exposición indirecta ( $n = 50$ ) y controles ( $n = 50$ ) por medio de biomarcadores de exposición y efecto

como: colinesterasa plasmática (ChE), acetilcolinesterasa (AChE), catalasa (CAT), peroxidación de lípidos (TBARS), Índice de daño por ensayo de cometa (IDEC) y también por Índice de Daño Ensayo Reparación (IDER). Los resultados mostraron que existía: a) inhibición significativa de AChE ( $p < 0.001$ ) en expuestos directos e indirectos; b) aumento en los niveles de TBARS ( $p < 0.001$ ) en los directos; c) reducción de CAT significativa ( $p < 0.01$ ) y d) aumento de IDEC e IDER ( $p < 0.001$ ) en los dos grupos. Los resultados que se obtuvieron reflejaron que existen alteraciones en el balance oxidativo y también daño al ADN en los trabajadores estudiados.

Díaz V et al. (20), estudiaron 71 personas que se expusieron de forma accidental a pesticidas organofosforados, se determinaron los niveles de colinesterasas, hemograma y recuento de plaquetas. Se seleccionaron 44 personas que tuvieron los valores de la butirilcolinesterasa en un rango menor al de referencia. En la evaluación de los parámetros hematológicos se observó una tendencia a la disminución en el recuento de plaquetas ( $p < 0,05$ ), con valores inferiores a 150 (109/L). Las otras determinaciones no mostraron diferencias significativas. En un estudio llamado “alteraciones bioquímicas y morfológicas en eritrocitos de ratas expuestos a etion” (insecticida organofosforado) (5), se describió que la membrana del glóbulo rojo es un excelente modelo para el estudio de interacción con pro-oxidantes, en este estudio se examinaron las alteraciones químicas y morfológicas inducidas por el pesticida, en eritrocitos de ratas, encontrando como resultados daño por estrés oxidativo de la membrana del eritrocito, con un incremento de la peroxidación lipídica y disminución de su contenido de fosfolípidos. Adicionalmente la exposición a etion inhibió en la membrana la actividad de la bomba sodio (Na) potasio (K) ATPasa. Micrografías electrónicas de barrido de los eritrocitos de los animales expuestos a etion reveló cambios morfológicos. Los resultados muestran claramente que el daño inducido por etion implica aumento del estrés oxidativo que resulta en alteraciones en la estructura de la membrana de los eritrocitos y la función.

Respecto a las alteraciones del hemograma Parrón T et al. (21) describió una disminución de la concentración de la hemoglobina corpuscular media en el 38% de

---

los trabajadores estudiados, sin que se evidenciara anemia franca. En cuanto a la parte clínica, este mismo estudio mostró que el 37% de los fumigadores presentaba algún tipo de síntoma o signo de toxicidad, como abortos espontáneos, depresión, cefalea, temblor o parestesias.

En un estudio realizado por Wafa T et al. (6), donde se evaluaron las alteraciones hematológicas en trabajadores con exposición crónica a pesticidas, los resultados mostraron que el recuento de leucocitos, linfocitos, monocitos y plaquetas fueron significativamente más elevados en los trabajadores expuestos a pesticidas, que en controles. Por el contrario, la Hemoglobina y el hematocrito, estuvieron significativamente más disminuidos en el grupo de los agricultores en comparación con los controles. Esta investigación mostró que la exposición ocupacional a largo plazo a pesticidas da lugar a alteraciones de algunos parámetros en el cuadro hemático. La disminución de la hemoglobina según los autores, se puede atribuir a la disminución del tamaño del glóbulo rojo o a la alteración de la biosíntesis del grupo hemo. Los agricultores también tuvieron aumento en las plaquetas y aumento en el conteo de células sanguíneas blancas (granulocitos, monocitos, linfocitos). El aumento en el recuento de dichas células se asoció con un aumento significativo en el recuento de linfocitos y monocitos. Por lo anterior el artículo concluye que la inducción de la actividad leucocitaria señala la activación del mecanismo de defensa y el sistema inmunológico, lo que podría ser una respuesta positiva para la supervivencia. La leucocitosis también fue registrada después de la exposición a los insecticidas. (6)

Un estudio realizado en el año 2013 llamado Intoxicación aguda por pesticidas organofosforados en el norte de Karnataka, India: daño oxidativo, niveles de hemoglobina y leucocitos totales (22), indicó que uno de los mecanismos moleculares de la toxicidad de los plaguicidas parece ser la peroxidación lipídica; como consecuencia estos compuestos pueden perturbar las funciones bioquímicas y fisiológicas de los glóbulos rojos, por lo tanto, el estudio se planificó para evaluar el daño oxidativo y los parámetros hematológicos en la intoxicación aguda por organofosforados. El estudio incluyó 150 participantes que tuvieran diagnóstico de intoxicación con organofosforados que fueran admitidos en el hospital y 30 personas

que no tuvieran intoxicación como controles. Midieron colinesterasa eritrocitaria, catalasa eritrocitaria actividad de superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa eritrocitaria, capacidad antioxidante total del plasma y parámetros hematológicos. El estudio mostró una disminución significativa ( $p < 0,001$ ) en la capacidad antioxidante plasmática total (TAC) en todos los grados de intoxicación por organofosforados, en comparación con los controles. Según los resultados y análisis de este estudio “el cuerpo humano tiene varios mecanismos para contrarrestar el daño producido por los radicales libres; la base y el mecanismo de defensa más importante del cuerpo son los agentes antioxidantes. En la intoxicación por aguda por organofosforados hay una sobreproducción aguda de especies reactivas de oxígeno que conduce a la peroxidación lipídica”.

Hundekari A et al. (22) en su investigación también observaron que el recuento de glóbulos blancos aumentó significativamente ( $p < 0,001$ ) en todos los casos de intoxicación por OP. En los resultados se evidenció leucocitosis con neutrofilia leve en comparación con el grupo control. Se encontró también que existía una disminución significativa en el valor de la hemoglobina en el grupo de envenenamiento por OP en comparación con los controles, posiblemente como resultado de la disminución de la síntesis de esta. Otra posible interpretación es la unión de los insecticidas organofosforados sobre el hierro, seguida de la falta de incorporación de hierro en la hemoglobina que conduce a la disminución del tamaño de los glóbulos rojos. Sin embargo, el recuento significativamente mayor de leucocitos observado en la intoxicación por OP puede indicar la activación del mecanismo de defensa del sistema inmunológico, lo que podría ser una respuesta positiva para la supervivencia.

En el año 2013 Fareed M et al. (23), realizaron un estudio analítico de corte transversal en 156 aplicadores de pesticidas en huertos de mango en el norte de India, los cuales se compararon con 77 controles, para evaluar enfermedad respiratoria, función pulmonar, actividad de colinesterasa y perfil hematológico. Se encontró que los síntomas respiratorios dados por tos seca, tos productiva, sibilancias, irritación de la garganta y esputo con sangre fue significativamente mayor



( $p=0,05$ ) en el grupo de los trabajadores que aplicaban los pesticidas que en los controles. De igual forma los parámetros de función pulmonar disminuyeron significativamente ( $p=0,05$ ) en los aplicadores de los pesticidas, en comparación con los controles. La actividad de colinesterasa se encontró significativamente disminuida ( $p=0,001$ ) en el grupo de los aplicadores de pesticidas que en los controles. Por su parte en el perfil hematológico, el volumen corpuscular medio, la hemoglobina corpuscular media, la concentración de hemoglobina corpuscular media, el conteo de glóbulos blancos, glóbulos rojos, monocitos, neutrófilos, y plaquetas, estuvieron significativamente alterados ( $p=0,001$ ) en los aplicadores de pesticidas en comparación con los controles.

Mandarapu R et al. (24), evaluaron los efectos de la cipermetrina (piretroide) y el mancozeb (ditiocarbamato) y sus posibles efectos sobre la hematopoyesis in vitro. Células madre hematopoyéticas humanas fueron aisladas de la sangre del cordón umbilical y luego se expusieron durante 14 días a cipermetrina y mancozeb. Los resultados indicaron que hubo una concentración significativa con disminución de los potenciales clonogénicos de formación de colonias eritroides y granulocitos-macrófagos. Estos datos sugieren que los progenitores eritroides son quizás más sensibles a estos pesticidas. Sin embargo, se necesitan más estudios para entender la importancia funcional de estos hallazgos in vitro. Este estudio hace hincapié en la utilidad de la sangre del cordón umbilical para valorar efectos potenciales de estos pesticidas sobre la hematopoyesis in vitro.

## 6. Marco Teórico

### 6.1 Colinesterasas

La acetilcolina es uno de los neurotransmisores presente en el sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático), el cual es el encargado de transmitir la información desde la célula presináptica hasta la postsináptica, estimulando así receptores tanto nicotínicos como muscarínicos. Las enzimas cuya función es la hidrólisis de la acetilcolina se llaman Colinesterasas y se clasifican en dos: a) la colinesterasa verdadera, también llamada acetilcolinesterasa, colinesterasa específica o de tipo «e» o eritrocitaria se encuentra exclusivamente en las neuronas,

en las sinapsis ganglionares de la estructura neuromuscular y en los glóbulos rojos; b) la butirilcolinesterasa, pseudocolinesterasa, colinesterasa inespecífica o de tipo «s», colinesterasa sérica o plasmática: está presente en casi todos los tejidos (principalmente en el hígado) y en el plasma, pero en poca concentración en los sistemas nerviosos central y periférico. (25)

La actividad de la colinesterasa plasmática y eritrocitaria, es un buen indicador de exposición aguda y crónica respectivamente, de plaguicidas tipo organofosforados y carbamatos. Existe una variabilidad considerable en la actividad de la colinesterasa en personas no expuestas, por lo anterior es de gran utilidad comparar siempre con un valor basal previo a la exposición, que generalmente se debe tomar en los exámenes ocupacionales de ingreso. (26)

Ante la presencia de inhibidores de colinesterasa, la enzima plasmática cae y se recupera antes que la eritrocitaria. El descenso de la colinesterasa plasmática se mantiene alrededor de varios días o hasta unas pocas semanas; por el contrario, la colinesterasa eritrocitaria permanece reducida por más tiempo (a veces, por uno a tres meses), por lo que la medición de sus niveles constituye el mejor análisis en los sistemas de vigilancia de la intoxicación crónica. (25)

Como se mencionó anteriormente la colinesterasa plasmática es producida en el hígado y su concentración en sangre incrementa en un porcentaje de 7% al día una vez se ha eliminado el organofosforado. Para la determinación de la colinesterasa eritrocitaria las técnicas de laboratorio miden el nivel de acetilcolinesterasa expresada en la superficie de los glóbulos rojos, teniendo así que este nivel de inhibición se comporta como un buen indicador del nivel de inhibición de la enzima en las terminales sinápticas, y por lo tanto de la severidad de la intoxicación. Su generación es de aproximadamente 1% al día, en los casos en los que se presente envejecimiento de la enzima secundaria a la interacción con el organofosforado, únicamente puede lograrse su recuperación por nueva síntesis de la enzima por efecto de la generación de nuevos glóbulos rojos en la médula ósea, proceso conocido como eritropoyesis. (26)

La disminución en la actividad de la acetilcolinesterasa superior al 30% en comparación con los niveles basales, requiere de revisión de las condiciones de salud del trabajador y retiro temporal de la exposición. En pacientes que no han tenido alteraciones previas en la actividad de la colinesterasa se identifican síntomas clínicos de intoxicación aguda cuando la inhibición de la colinesterasa eritrocitaria es mayor al 50%. (26)

Como se mencionó anteriormente la medición de colinesterasa eritrocitaria es la prueba más específica para realizar vigilancia en salud, debido a que se correlaciona directamente con la cantidad de enzima presente en el SNC, y además puede indicar una absorción acumulativa en trabajadores que han sido expuestos a insecticidas tipo organofosforados y carbamatos por periodos prolongados.

La periodicidad de su realización depende del grado de exposición y frecuencia. En los casos en donde la exposición es permanente durante todo el año se recomienda una determinación basal de la enzima y posteriormente un seguimiento cada 3 meses de la misma. En exposiciones rotativas se realiza una determinación basal y otra inmediatamente después de que se acabe la exposición. (26)

**Tabla N° 1:** Diferencias en la variación de la actividad de los diferentes tipos de colinesterasa de acuerdo con condiciones fisiopatológicas específicas.

(27)

Condición	Colinesterasa Eritrocitaria	Colinesterasa Plasmática
Individuos sanos		
Variación interindividual	10-18%	15-25%
Variación intraindividual	3-7%	6%
Diferencias de género	No	10-15% > en hombres
Edad	Disminuida en menores de 6 meses	
Masa corporal		Correlación directa
Nivel de colesterol		Correlación directa

Variación estacional	No	No
Variación Circadiana	No	No
Menstruación		Disminuida
Embarazo		Disminuida
Raza		Disminuida en negros
Individuos Enfermos		
Actividad reducida	Leucemia, Neoplasias	Enfermedad hepática, cáncer, falla cardíaca, anemia, reacciones alérgicas, infecciones.
Actividad Incrementada	Policitemia, talasemia, otras discrasias sanguíneas congénitas.	Hipertiroidismo

Fuente: Ministerio de la protección social. Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) (GATISO-PIC) Bogotá; 2008.

La determinación de la actividad de colinesterasa puede realizarse por varios métodos dentro de los cuales se encuentran los métodos electrométricos y colorimétricos. Para sangre total: técnica de Limperos y Ranta, luego modificada por Edson, conocida también como técnica tintométrica o colorimétrica de Edson. Para eritrocitos: técnicas cuantitativas de Michel (técnica electrométrica) y EQM basada en el método espectrofotométrico-colorimétrico de Ellman modificado. Para plasma: técnicas cuantitativas de Michel, EQM® y Monotest esta última basada en un método cinético. (28)

Se evidencia con lo anterior que los procedimientos analíticos desarrollados para la determinación de colinesterasa con diversos. Dentro de los más empleados se encuentran el método electrométrico de Michel, que cuantifica el ácido producido por la hidrólisis del éster de acetilcolina, y se mide como cambio en pH por unidad horaria (26). Y también dentro de los más empleados se encuentran los métodos colorimétricos, que detectan la tasa de desaparición del sustrato de la enzima o de aparición del producto de reacción. La técnica espectrofotométrica que más uso tiene es el método Ellman, el cual se fundamenta en la hidrólisis del sustrato acetilcolina

por la enzima colinesterasa, la tiocolina liberada reacciona con un cromóforo, dando lugar a un compuesto de color amarillo cuyo máximo de absorbancia se encuentra entre los 405 y 420 nm de longitud de onda. La tasa de aparición del producto de la reacción es mayor a medida que aumenta la actividad enzimática que existe en la muestra (29).

Dentro de los problemas que se presentan para la medición de colinesterasa se encuentra la falta de parámetros analíticos estandarizados, cada laboratorio suele utilizar modificaciones de los métodos y preparar sus propios reactivos, mientras que otros prefieren utilizar kits comerciales, dando una falta de homogeneidad en los resultados (29). En Colombia los valores de referencia de colinesterasa han sido tomados de estudios en países con características de la población que son muy distintas (28).

Por lo anterior lo ideal es que la interpretación de los resultados se haga correlacionando los valores obtenidos con los datos basales de la preexposición en el mismo individuo. En el caso de que no se cuente con valores de base, se puede determinar la actividad y comparar con los valores de referencia que da el laboratorio que procesa la muestra. Posteriormente se deben tomar muestras de control para así evaluar su comportamiento (aumento o disminución) en relación con el tiempo (26).

## **6.2 Peroxidación lipídica y estrés oxidativo.**

Los radicales libres son definidos como especies químicas que tienen uno o varios electrones que se encuentran desapareados en su orbital externo. Para que un compuesto químico se convierta en radical libre necesita ganar o perder electrones. Los electrones que no tienen pareja en el orbital externo de la molécula, son altamente reactivos. (30)

Al ser altamente reactivos interactúan con diversos compuestos, al dar un electrón desapareado por parte del radical, tomar un electrón de una molécula estable o unirse a una molécula estable. (31)

Como ya se conoce, el oxígeno es un elemento esencial en la supervivencia de todos los organismos con vida, este lo utilizan las células para realizar los procesos de oxidación de compuestos orgánicos, el oxígeno molecular llega a aceptar hasta cuatro electrones en su orbital externo, y da como resultado dos moléculas de agua. Pero cuando existe un proceso llamado fuga de electrones, el oxígeno sufre una reducción univalente cuando acepta un electrón, divalente cuando acepta 2 electrones o trivalente cuando acepta 3 electrones; produciendo así las llamadas especies reactivas de oxígeno ERO. Los productos de estas reacciones son en el siguiente orden: el radical anión superóxido, un producto intermedio que se llama peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo. Estas ERO pueden reaccionar fácilmente con sustratos endógenos celulares. (4)

Las especies reactivas de oxígeno son las causantes de daños oxidativos en diferentes biomoléculas tales como: Lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos etc. Debido a que las membranas de las células sanguíneas son ricas en ácidos grasos debido a que tienen una bicapa fosfolipídica, las especies reactivas de oxígeno ejercen principalmente su acción sobre estas. (4)

La acción de las ERO sobre los lípidos es el proceso oxidativo que con más frecuencia se produce en el organismo y se da cuando un radical libre se fija a un carbono de la cadena alquilo de un ácido graso, iniciando de esta forma la peroxidación lipídica, en un proceso que se llama iniciación. Los ácidos grasos de la membrana celular son extremadamente susceptibles de ser atacados, debido a que contienen grupos metileno los cuales están por dobles enlaces que debilitan el enlace C-H metileno. Cuando se genera el lípido radical, este es capaz de reaccionar con el oxígeno formando un radical peroxi. Este radical produce endoperóxidos, o también puede tomar un átomo de hidrógeno de un carbono metileno de otro ácido graso polinsaturado cercano y formar un nuevo radical libre lipídico y un hidroperóxido. El primero se combina con una molécula de oxígeno, produciéndose una cadena de propagación de daño peroxidativo. (32)

Por su parte los sistemas antioxidantes juegan un papel importante en la defensa contra radicales libres. Existen sistemas antioxidantes fisiológicos, como el sistema microvascular encargado de mantener niveles tisulares de O<sub>2</sub> adecuados; y sistemas antioxidantes bioquímicos enzimáticos como la superóxido dismutasa (SOD) que convierte el radical superóxido en peróxido de hidrógeno, la glutathion peroxidasa, el óxido nítrico sintasa, la hemo oxigenasa 1, la peroxidasa eosinofílica, etc. (4)

### **6.3 Peroxidación lipídica y estrés oxidativo por pesticidas.**

Varias investigaciones han propuesto como mecanismo tóxico de los pesticidas tipo organofosforados, carbamatos, organoclorados y piretroides, la peroxidación lipídica. Especies reactivas de oxígeno como el radical anión superóxido, el peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo, aumentan varios de los procesos oxidativos en el interior de la célula y produciendo peroxidación lipídica a nivel de las membranas celulares. (4)

Como un posible mecanismo de acción de la peroxidación lipídica producida por pesticidas sobre las células de la sangre, se ha planteado un efecto biológico en donde por medio de un ataque electrofílico sobre determinados componentes celulares, se producen las especies reactivas de oxígeno. (33)

Un estudio realizado por Praksam A et al. (12) evidencia que se ha observado un aumento en la fragilidad en los eritrocitos de los trabajadores que aplican plaguicidas por alteraciones de la fluidez de la membrana en el glóbulo rojo secundarias a la peroxidación lipídica, lo anterior como consecuencia del estrés oxidativo producido por plaguicidas.

Por su parte López O et al. (13), indicaron que varios pesticidas, incluyendo los organofosforados, se reportaron como inductores de estrés oxidativo gracias a la producción de radicales libres y a la alteración en los mecanismos antioxidantes de defensa. En esta investigación se mostró que los trabajadores agrícolas que estaban expuestos a pesticidas presentaron niveles bajos de superóxido dismutasa (SOD) y glutathion reductasa (GR) en comparación con los controles. Las personas con un

descenso de acetilcolinesterasa mayor del 15% mostraron disminución de la actividad de SOD y CAT en el mismo periodo. La glutatión peroxidasa y glucosa 6 fosfato deshidrogenasa permanecieron sin cambios en la población expuesta.

Otro estudio realizado por Gultekin F et al. (18), en donde se evaluó el estrés oxidativo en los trabajadores que utilizaban organofosforados, piretroides sintéticos y pesticidas carbamatos, mostró que la exposición crónica a organofosforados, piretroides sintéticos y pesticidas carbamatos se asoció con un aumento de las actividades de las enzimas antioxidantes como la catalasa y SOD, además de un aumento significativo en la peroxidación lipídica en eritrocitos ( $p < 0,05$ ). Se concluyó que la exposición crónica en los humanos a los pesticidas mencionados puede dar como resultado una estimulación de las enzimas antioxidantes.

#### **6.4 Alteraciones en células sanguíneas por peroxidación lipídica inducida por pesticidas.**

Como se puede ver con lo resumido en los párrafos anteriores, la peroxidación lipídica que se da en las membranas de las células sanguíneas por exposición crónica a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides nos lleva a proponer que es posible observar alteraciones tanto de tipo morfológico y numérico en dichas células.

Algunos estudios apoyan lo anteriormente expuesto. Díaz V et al. (20), estudiaron 71 personas que tuvieron exposición accidental a pesticidas de tipo organofosforado, determinándose la actividad de las colinesterasas y cuadro hemático. En la evaluación del hemograma se observó una tendencia a la disminución en el recuento de plaquetas ( $p < 0,05$ ), con valores inferiores a 150 U/L (109 U/L).

En un otra investigación denominada “alteraciones bioquímicas y morfológicas en eritrocitos de ratas expuestas a etion” (insecticida organofosforado) (5), se describe que la membrana eritrocitaria es un excelente modelo para el estudio de interacción con agentes pro-oxidantes, como resultado se tuvo que en los eritrocitos de rata expuestos a dicho insecticida, se observó daño por estrés oxidativo de la membrana,



con un aumento de la peroxidación lipídica y disminución del contenido de fosfolípidos.

Parrón T et al. (21) describió una disminución de la concentración de hemoglobina corpuscular media en el 38% de los trabajadores que fueron estudiados, sin que se constatará un cuadro confirmado de anemia. Este mismo estudio se mostró que el 37% de los trabajadores que fumigaban, también presentaban algún tipo de síntoma o signo de toxicidad, como por ejemplo abortos espontáneos, depresión, cefalea, temblor o parestesias.

Por su parte un estudio realizado por Wafa T et al. (6), donde se evaluaron las alteraciones hematológicas en trabajadores con exposición crónica a pesticidas, los resultados mostraron que el recuento de la línea blanca como leucocitos, linfocitos, monocitos y la línea plaquetaria fueron significativamente más elevados en los trabajadores expuestos que en los controles. Contrariamente, la Hemoglobina y el hematocrito, fueron significativamente menores en el grupo de los agricultores en comparación con los controles. En este estudio se demostró que la exposición ocupacional a largo plazo a pesticidas da lugar a alteraciones de algunos parámetros hematológicos.

## **6.5 El cuadro hemático como prueba para evaluar los elementos celulares de la sangre.**

El hemograma se define como un conjunto de exámenes que evalúan los diferentes elementos celulares de la sangre, como los glóbulos rojos, leucocitos, las plaquetas, y su interacción con el plasma y sus componentes, como las proteínas. (34)

Según el desarrollo tecnológico, de acuerdo a nuestra época y disponibilidad de los laboratorios clínicos, el cuadro hemático se puede componer por unos cuantos parámetros como la hemoglobina, el hematocrito y el recuento total y diferencial de leucocitos por métodos manuales, como el hemograma tipo I de la Sociedad Colombiana de Patología Clínica (35) y del Ministerio de Protección Social de Colombia (36), evolucionando hasta los modernos y recientes hemogramas, que tienen más de 30 parámetros, de cuarta generación de los autoanalizadores de

hematología, como el hemograma tipo VI de la Sociedad Colombiana de Patología Clínica (35), que se encuentra disponible nuestro medio. (37)

El hemograma es definido como “el análisis cuantitativo y cualitativo de los componentes celulares de la sangre periférica. Las variaciones que se utilizan en la metodología definen el tipo de hemograma, el número de parámetros y los coeficientes de variación (índice de precisión y de exactitud), en cada una de las medidas”. La utilidad clínica de la prueba se relaciona directamente con la calidad analítica y el número de parámetros que lo componen, para dar una mayor exactitud y precisión de los resultados. (37)

Según Campuzano-Maya G (37) “se reconocen seis tipos de hemograma, codificados y definidos por la Sociedad Colombiana de Patología Clínica que coinciden en su mayoría con los definidos por el Colegio Americano de Patólogos que, a su vez, son reconocidos por la Asociación Médica Americana y el Colegio Americano de Patólogos y han sido acogidos por el Ministerio de la Protección Social de Colombia como base de los manuales de contenidos de los planes de salud (CUPS)”.

Se describen a continuación los tipos de hemogramas y sus componentes (37):

- Hemograma tipo I: hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de la hemoglobina corpuscular media), recuento total de leucocitos, y recuento diferencial de leucocitos y morfología por métodos manuales. No incluye sedimentación.
- Hemograma tipo II: hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de la hemoglobina corpuscular media), recuento total de leucocitos, recuento diferencial de leucocitos, recuento de plaquetas y morfología por métodos manuales. No incluye sedimentación.
- Hemograma tipo III: hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular

media, concentración de la hemoglobina corpuscular media), recuento total de leucocitos, y recuento diferencial de leucocitos, recuento de plaquetas por métodos semiautomáticos y morfología por métodos manuales. No incluye sedimentación.

- Hemograma tipo IV: hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de la hemoglobina corpuscular media), ancho de distribución de los eritrocitos, recuento total de leucocitos, recuento diferencial de leucocitos, recuento de plaquetas y morfología de sangre periférica por métodos electrónicos y manuales. No incluye sedimentación.
- Hemograma tipo V: hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de la hemoglobina corpuscular media), ancho de distribución de los eritrocitos, recuento total de leucocitos, recuento diferencial de leucocitos, recuento de plaquetas, índices plaquetarios (volumen medio plaquetario, ancho de distribución de las plaquetas, plaquetocrito) y morfología de sangre periférica por métodos electrónicos y manuales. No incluye sedimentación.
- Hemograma tipo VI: hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de la hemoglobina corpuscular media), ancho de distribución de los eritrocitos, recuento de reticulocitos, índices reticulocitarios, hemoglobina reticulocitaria, recuento total de leucocitos, recuento diferencial de leucocitos, recuento de plaquetas, índices plaquetarios (volumen medio plaquetario, ancho de distribución de las plaquetas, plaquetocrito), plaquetas reticuladas y morfología de sangre periférica por métodos electrónicos y manuales. No incluye sedimentación.

El cuadro hemático entonces es un análisis de la sangre que nos permite medir en forma total y en porcentaje, las células que contiene la sangre como son la línea blanca, roja y plaquetaria. Si las funciones de dichas células sanguíneas se encuentran alteradas, esto se verá reflejado en las variaciones de su número y morfología. El hemograma entonces resulta de gran utilidad en la evaluación y

algunas veces diagnóstico de diferentes patologías sanguíneas como leucemias, anemias, trombocitopenias, policitemias, enfermedades hemolíticas, reacciones celulares por infecciones, etc.

Para los valores de referencia, cada laboratorio clínico debe definirlos de acuerdo con la población y la instrumentación, que pueden modificar los parámetros de un lugar a otro y de una institución a otra. (37)

## **6.6 Frotis de sangre periférica, en la evaluación de las células sanguíneas.**

Según Campuzano-Maya G (38) “a pesar de los avances tecnológicos relacionados con el hemograma, el frotis o extendido de sangre periférica sigue siendo el estándar de oro en el diagnóstico de hematología”. Este se encuentra indicado cuando existe alguna desviación en los recuentos celulares sanguíneos evidentes en el hemograma, o cuando se sospecha alguna enfermedad hematológica o no hematológica con manifestaciones sanguíneas. En el extendido de sangre periférica es posible observar alteraciones relacionadas con la morfología de los eritrocitos, leucocitos y las plaquetas.

Diverso número de enfermedades se presentan con manifestaciones hematológicas que en el hemograma se muestran como cambios en el número, que pueden ser determinados por los métodos convencionales para hacer el hemograma, o como cambios cualitativos, solos o asociados con los primeros, que solamente pueden ser definidos mediante un adecuado estudio del extendido de sangre periférica (forma y tamaño de la célula sanguínea). (38)

El frotis de sangre periférica se utiliza para el estudio de las características citológicas de las células de la sangre, lo cual implica la evaluación de las líneas eritrocitaria, leucocitaria y megacariocítica, determinando anomalías o alteraciones en forma, tamaño, color e inclusiones citoplasmáticas, dando medidas cuantitativas y cualitativas de los elementos que lo conforman. (39)

## 7. Objetivo General

Evaluar los parámetros hematológicos mediante cuadro hemático y frotis de sangre periférica, como indicadores de hematotoxicidad, en los trabajadores que estén expuestos a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides.

## 8. Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones sociodemográficas de la población a estudio.
- Determinar la actividad de la colinesterasa eritrocitaria en sangre y sus posibles alteraciones, como biomarcador de exposición crónica en los trabajadores expuestos.
- Establecer los parámetros hematológicos y sus variaciones con respecto a los rangos de referencia dados por el laboratorio (cuadro hemático, frotis de sangre periférica), en la población de estudio.
- Comparar las variaciones de los parámetros hematológicos y de la acetil colinesterasa en la población a estudio, con respecto a lo encontrado en las revisiones de la literatura científica.

## 9. Metodología

### 9.1 Tipo de Estudio

Estudio epidemiológico descriptivo de corte transversal.

### 9.2 Área geográfica

Departamento de Cundinamarca, Colombia.

### 9.3 Variables

#### 9.3.1 Independiente

Exposición a organofosforados y carbamatos, medida a través de historia clínica toxicológica.

### 9.3.2 Dependiente

Medición de parámetros hematológicos, por medio de análisis de cuadro hemático, frotis de sangre periférica y colinesterasa eritrocitaria en sangre.

### 9.3.3 Variables potencialmente relacionadas con la variable dependiente

La tabla 2 presenta las variables y la operativización de las mismas, que se tuvieron en cuenta para el análisis de los datos.

**Tabla N° 2:** Operativización de las variables

VARIABLE	TIPO	VALORES
Actividad de colinesterasa eritrocitaria	Cuantitativa continua	Actividad de colinesterasa U/L
Meses en contacto con los pesticidas	Cuantitativa continua	Número de meses de uso de pesticidas
Horas de trabajo al día en contacto directo con el pesticida	Cuantitativa continua	Número de horas al día
Manera de exposición	Cualitativa Dicotómica	Directa Indirecta
Uso de elementos de protección personal	Cualitativa politómica nominal	Monogafas, respirador, traje, botas, guantes
Parámetros hematológicos. Cuadro Hemático	Cuantitativa continua	Cantidad en número de leucocitos, neutrófilos, linfocitos, eosinófilos, monocitos, basófilos, eritrocitos, Hb,

		hematocrito, VCM, HCM, plaquetas.
Parámetros hematológicos. Frotis de sangre periférica	Cualitativa politómica nominal	Forma, tamaño, alteración en el recuento celular
Edad	Cuantitativa discreta	Edad en años
Sexo	Cualitativa Dicotómica	Hombre Mujer
Cargo	Cualitativa politómica nominal	Gerente, operario, auxiliar de producción, etc.
Área de desempeño	Cualitativa Dicotómica	Operativa Administrativa
Antigüedad en el cargo	Cuantitativa continua	Número de meses de antigüedad en el cargo
Antigüedad en la empresa	Cuantitativa continua	Número de meses de antigüedad en la empresa
Antecedente personal de enfermedad hematológica conocida por historia clínica	Cualitativa Dicotómica	Si No Cual
Consumo de medicamentos por historia clínica	Cualitativa Dicotómica	Si No Cual
Antecedente de enfermedades de medula ósea leucemia,	Cualitativa Dicotómica	Presenta No presenta Cual

síndrome mielodisplásico, mieloma múltiple, policitemia vera, mielofibrosis, anemia aplásica), anemias congénitas-hereditarias, linfoma.		
Episodios o antecedentes de intoxicación aguda a organofosforados, carbamatos y piretroides.	Cualitativa Dicotómica	Presenta No presenta
Alcoholismo	Cualitativa Dicotómica	Presenta No presenta
Tabaquismo y drogas	Cualitativa Dicotómica	Presenta No presenta
Antecedente familiar de enfermedad hematológica.	Cualitativa Dicotómica	Presenta No presenta Cual
Infección activa al momento de la toma de los paraclínicos	Cualitativa Dicotómica	Presenta No presenta

Fuente: Propia

## 9.4 Universo

Se definió como universo los trabajadores que por su ocupación están expuestos a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides en los procesos de producción, envase, distribución y fumigación en Cundinamarca – Colombia.



Para la selección de la población, se revisó una base de datos del ICA de 2016 (40), suministrada en la página virtual de esa entidad. Esta base presenta las empresas de todo el país que están registradas ante la entidad para producción y manejo de plaguicidas. Se encontraron 32 empresas en Cundinamarca donde la actividad económica correspondía a: producción, envase, distribución de pesticidas y actividades de fumigación. Por medio de llamadas telefónicas y correo electrónico, se realizó una invitación formal a los representantes de cada una y todas estas empresas explicando los objetivos del proyecto. De todas las empresas invitadas que correspondió a un total de 32, solamente siete contestaron favorablemente y manifestaron su interés en la participación del proyecto, el resto de empresas, algunas contestaron negativamente y otras no respondieron a la invitación. Por lo anterior se decidió que la muestra para estudio de este proyecto fuera la totalidad de las empresas que aceptaron participar y se valoraran todos los trabajadores de las mismas.

## **9.5 Población a estudio**

Siete empresas que realizaban preparación, empaque, almacenamiento, transporte de pesticidas y erradicación de plagas ubicadas en Cundinamarca, que manipulaban organofosforados, carbamatos, piretroides y aceptaron participar en el estudio.

Una de las empresas con sede administrativa en Bogotá, pero con el área operativa situada en Barranquilla conformada por 123 trabajadores, inicialmente manifestó su interés de participar en el estudio, pero al momento de solicitar la carta de autorización para formalizar la participación, decidió retirarse.

Por lo anterior se trabajó con el total de los trabajadores de las 6 empresas con las características mencionadas y que aceptaron participar en el estudio.

## **9.6 Tamaño de la muestra**

La siguiente es la conformación de cada una de las 6 empresas que aceptaron participar, respecto al número de trabajadores:

- Empresa 1. Actividad económica: Preparación, almacenamiento y distribución de pesticidas.

Total: 54 trabajadores.

Administrativos: 12 trabajadores. Tarea: Actividades administrativas en la planta.

Operativos: 42 trabajadores. Tarea: Actividades de preparación, empaque, almacenamiento, transporte de pesticidas

- Empresa 2. Actividad económica: Manejo de plagas, fumigaciones industriales.

Total: 30 trabajadores.

Administrativos: 14 trabajadores. Tarea: Actividades administrativas y de oficina en el sitio donde se almacenan las sustancias químicas.

Operarios de fumigación: 16 trabajadores. Tarea: Fumigaciones en general

- Empresa 3. Actividad económica: Manejo de plagas, fumigaciones industriales.

Total: 20 trabajadores

Administrativos: 8 trabajadores: Actividades administrativas y de oficina en el sitio donde se almacenan las sustancias químicas.

Operarios de fumigación: 12 trabajadores. Tarea: Fumigaciones en general

- Empresa 4. Actividad económica: Manejo de plagas, fumigaciones industriales.

Total: 4 trabajadores

Administrativos: 1 trabajador: Actividades administrativas y de oficina en el sitio donde se almacenan las sustancias químicas.

Operarios de fumigación: 3 trabajadores. Tarea: Fumigaciones en general

- Empresa 5. Actividad económica: Manejo de plagas, fumigaciones industriales.

Total: 8 trabajadores

Administrativos: 4 trabajadores: Actividades administrativas y de oficina en el sitio donde se almacenan las sustancias químicas.

---

Operarios de fumigación: 4 trabajadores. Tarea: Fumigaciones en general

- Empresa 6. Actividad económica: Manejo de plagas, fumigaciones industriales.

Total: 2 trabajadores

Administrativos: 1 trabajador: Actividades administrativas y de oficina en el sitio donde se almacenan las sustancias químicas.

Operarios de fumigación: 1 trabajador. Tarea: Fumigaciones en general

Total de trabajadores en las seis empresas participantes: 118.

## 9.7 Criterios de inclusión

- Trabajadores expuestos directa o indirectamente a pesticidas organofosforados, carbamatos, piretroides o una mezcla que los contenga.
- Antigüedad mínima de 6 meses en contacto (directo o indirecto) con estos pesticidas.
- Trabajadores que participen voluntariamente en el estudio, mediante firma de consentimiento informado.

## 9.8 Criterios de exclusión

- Antecedente de enfermedades de médula ósea (leucemia, síndrome mielodisplásico, mieloma múltiple, policitemia vera, mielofibrosis, anemia aplásica), anemias congénitas-hereditarias, linfoma.
- Embarazo, enfermedad esplénica, esplenectomía, infecciones activas.
- Trabajadores que se rehúsen a dar la muestra de sangre.

## 9.9 Procedimiento para la recolección de información

Una vez las empresas que realizaban preparación, empaque, almacenamiento, transporte de pesticidas y erradicación de plagas, aceptaron participar en el estudio, se habló personalmente con los gerentes, se resolvieron dudas y se obtuvo la información referente al número de trabajadores expuestos a pesticidas

organofosforados, carbamatos y piretroides. Debido a la falta de colaboración y a la dificultad que se tuvo con algunas de las empresas participantes para realizar la logística y para obtener mayor información sobre las condiciones de exposición, esta evaluación se llevó a cabo sólo por historia clínica y según lo que respondía cada trabajador al momento de la valoración.

Es importante aclarar que las empresas exigieron la firma previa de una carta de confidencialidad, como requisito para poder aceptar la realización del examen de los trabajadores. Por lo tanto, no fue posible establecer de forma objetiva el nivel de exposición real de los trabajadores, considerando el tipo de cultivo, la estrategia de aplicación, la frecuencia y magnitud de aplicación de los tóxicos, como tampoco fue posible obtener mediciones ambientales, personales o descripción de tareas por tiempos, y cargos de manera detallada.

Adicionalmente y como se explicará con detalle más adelante, en algunas de las empresas no hay una actividad específica a la que se dediquen siempre los mismos trabajadores, ya que realizan actividades rotativas por diferentes áreas. Tampoco hay una demarcación clara entre los espacios que ocupan los trabajadores ya que en ocasiones las actividades administrativas se realizan en sitios contiguos o en el mismo sitio donde se almacenan o se realizan actividades operativas con los productos químicos, por lo cual no se pudo realizar una caracterización más específica de la exposición.

Este estudio se realizó en los trabajadores de las seis empresas que aceptaron participar y que cumplieron los criterios requeridos.

- Se realizó una visita a cada empresa, en la cual se presentó a los directivos el estudio. Una vez las empresas aceptaron participar, se explicó a los trabajadores en qué consistía el estudio, la finalidad de este, los responsables, se aclararon dudas y se informó cómo podían tener más información de ser necesario. A continuación, se les hizo entrega del consentimiento informado (ANEXO B) para que lo leyeran detenidamente y se despejaron inquietudes de forma personal, para su posterior firma y recolección.

- 
- Se programó una segunda visita en la cual se aplicaron personal e individualmente los criterios de inclusión y exclusión directamente por el investigador, mediante unas preguntas formuladas en el cuestionario del formato de recolección de datos (ANEXO C). Acto seguido se realizó la valoración clínica a aquellos trabajadores que aceptaron participar en el estudio y que cumplieron los criterios de inclusión, asignándole un código a cada historia clínica. A las empresas participantes se les denominó: empresa N°1, empresa N°2, empresa N°3, empresa N°4, empresa N°5 y empresa N°6, ya que solicitaron confidencialidad de su nombre y el de sus trabajadores dentro del estudio. En las valoraciones clínicas se tomaron los datos de la anamnesis: datos demográficos, antecedentes personales, antecedentes familiares, cargo, antigüedad en el cargo, antigüedad en la empresa, examen físico completo con toma de signos vitales, evaluación de cada segmento corporal donde se realizó, inspección, percusión, auscultación y palpación, enfocado al hallazgo de algún signo de enfermedad hematológica (ANEXO C).
  - Posteriormente se procedió a programar entre el laboratorio y la empresa una tercera visita, para realizar la toma de muestra de sangre por parte de personal idóneo y en un lugar adecuado para ello en las instalaciones de las empresas, o en las sedes del laboratorio clínico según comodidad y disponibilidad de los participantes. En este momento, algunos trabajadores se excluyeron del estudio al encontrarse en embarazo o rehusarse a la toma de la muestra de sangre. A los trabajadores que cumplieron los criterios de inclusión, se les realizó toma de muestra para colinesterasa eritrocitaria, cuadro hemático y frotis de sangre periférica. Estas muestras fueron marcadas con el nombre y la identificación de cada trabajador. El laboratorio encargado, entregó al investigador los resultados de dichos paraclínicos para su análisis.
  - Al departamento de salud ocupacional de cada empresa se le entregó un concepto con la interpretación médica de los resultados de los paraclínicos, los hallazgos relevantes en las valoraciones médicas y las recomendaciones pertinentes en cada caso. (ANEXO E)

- A los trabajadores participantes se les entregaron los resultados de los paraclínicos, la interpretación médica de estos y las recomendaciones pertinentes según hallazgos en la valoración médica y el resultado de los laboratorios. (ANEXO D)
- La información obtenida se digitó en Excel®, para el respectivo análisis estadístico.
- Se darán a conocer los resultados obtenidos en el estudio con la interpretación, análisis, conclusiones y recomendaciones, por medio de una socialización a los trabajadores y se entregará un informe ejecutivo a los directivos de las empresas

## **9.10 Toma de muestras para el análisis de parámetros hematológicos.**

- Toma de sangre venosa
- En tubo tapa Lila que contiene EDTA (ETILEN-DIAMINO-TETRA-ACETATO): anticoagulante de elección para los recuentos celulares y los estudios morfológicos. (41)
- Se realizó cuadro hemático completo de cuarta generación \* y frotis de sangre periférica, muestra extraída mediante punción venosa en brazo.
- Las muestras de analizaron en un laboratorio certificado

\*Se realizó la toma de sangre para el análisis por medio de cuadro hemático tipo IV, ya que este paraclínico abarca todos los elementos celulares sanguíneos de interés, además de contar con métodos electrónicos y manuales disponibles para su análisis.

Se tomaron los valores de referencia dados por el laboratorio, ya que estos se encontraban ajustados según el sexo, edad del paciente y la altura sobre el nivel del mar, basados en las recomendaciones dadas por Campuzano-maya G (37): “Cada laboratorio clínico debe definirlos de acuerdo con la población y la instrumentación, que pueden modificar los parámetros de un lugar a otro y de una institución a otra”.

### 9.11 Toma de muestras para medición de actividad de colinesterasa (42)

- Extracción de sangre por punción venosa de miembro superior con aguja vaicultainer.
- Tubo de 5 ml con anticoagulante heparina para medir el porcentaje de actividad colinesterasa eritrocitaria.
- Traslado respetando la cadena de frío al laboratorio certificado y capacitado en la ciudad de Bogotá, donde se conservó en refrigeración permitiendo la lisis de los glóbulos rojos y liberación de la enzima colinesterasa.
- Medición de actividad de colinesterasa eritrocitaria mediante la técnica de espectrofotometría cinética.

Para valorar la actividad de la colinesterasa eritrocitaria, se tomaron los rangos de referencia suministrados por el laboratorio, dado que no contábamos con valores basales preexposición: “En el caso de que no se cuente con valores basales, se puede hacer la determinación de la actividad y correlacionar con los valores de referencia que ofrece el laboratorio que procesa la muestra” (26), y adicionalmente teniendo en cuenta la bibliografía revisada, en donde se indica que cada laboratorio suele utilizar modificaciones de los métodos y preparar sus propios reactivos, mientras que otros prefieren utilizar kits comerciales (29), y aún más por la falta de valores de referencia de colinesterasa en el país (28).

### 9.12 Análisis estadístico

- Los valores de las variables fueron digitados en Excel® y los datos se analizaron en el programa epi-info 7.2.1.0® y SPSS®.
- Los datos fueron digitados directamente por el investigador y por un estudiante de medicina que hacía parte del semillero de investigación, para cumplir de esta manera con el compromiso solicitado en la convocatoria que financió el proyecto. Este estudiante fue supervisado por el investigador principal.
- Se realizó el respectivo análisis estadístico univariado, bivariado y multivariado por el investigador. El estudiante de semillero apoyo parcialmente esta tarea.

- Para el análisis entre las variables de la población participante se utilizaron pruebas estadísticas como ji-cuadrado para variables cualitativas, coeficiente de correlación para variables cuantitativas y prueba t student para variables cualitativas vs cuantitativas.
- Desde el diseño mismo del estudio y para responder adecuadamente al análisis descriptivo de los datos, se utilizó estadística descriptiva ya que permite organizar, presentar y describir un conjunto de datos para facilitar su uso y en este caso para mirar los comportamientos dentro del estudio, por medio de medidas de tendencia central.
- Los datos obtenidos fueron graficados en tortas, barras, etc.

## 10. Consideraciones éticas

Los principios éticos fueron (43):

- No maleficencia: No se realizó ningún procedimiento que hiciera daño a los participantes del estudio.
- Beneficencia: Se brindó un servicio de calidad, con atención respetuosa, respetando condiciones, credos o ideologías. Se informó a los trabajadores a los cuales se le encontraron variaciones en las diferentes valoraciones. Y se orientaron a su respectiva entidad de salud.
- Justicia: La muestra fue seleccionada sin discriminación, se trató a los participantes de estudio con igualdad.
- Autonomía: En el presente estudio, solo se incluyeron los trabajadores que quisieron participar voluntariamente en él.

De acuerdo con los principios establecidos en la resolución 008430 de 1993 y debido a que esta investigación se considera como investigación con riesgo mínimo (estudios que emplean el registro de datos, a través de procedimientos comunes como: extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de 2 veces a la semana y volumen máximo de 450 ml en dos meses), este estudio se desarrolló conforme a los siguientes criterios (44):

- Prevalció la seguridad de los beneficiados.



- Contó con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de instigación.
- Se realizó por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano.
- Se llevó a cabo cuando se obtuvo la autorización del representante de la institución donde se realizó la investigación.
- Se llevó a cabo cuando se obtuvo la aprobación del proyecto por parte del comité de ética en Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, teniendo en cuenta que en las empresas participantes no existe comité de ética en salud.
- Se llevó a cabo cuando se diligenció y firmó, el consentimiento informado por parte de los participantes

## **11. Propiedad intelectual**

La propiedad intelectual de los resultados del presente estudio se enmarca dentro de lo definido en el acuerdo número 035 de 2003, acta número 08 del 03 de diciembre de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional de Colombia.

## **12. Declaración de conflictos de interés**

Se declara NO tener ningún conflicto de Interés que afecte el normal desenvolvimiento del estudio.

## **13. Financiación**

Esta investigación fue financiada en su totalidad por la Universidad Nacional de Colombia, mediante la convocatoria nacional de proyectos para el fortalecimiento de la investigación, creación e innovación 2016- 2018, corte número 1, en donde el proyecto fue revisado y aprobado. Proyecto Hermes número 36045.

## **14. Grupo de investigación**

Grupo de investigación TOXICAO Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

## 15. Presentación de resultados

### 15.1 Análisis univariado

#### 15.1.1 Perfil de la población

Como se mencionó anteriormente luego de realizar la convocatoria para la participación voluntaria en el estudio, sólo 6 empresas aceptaron. Algunos trabajadores de estas empresas, luego de la presentación del estudio, decidieron no participar en este por diferentes motivos, otros por su parte no cumplían con los criterios de inclusión requeridos y algunos de ellos al momento de tomar la muestra de sangre decidieron retirarse. En total se realizó el examen médico con énfasis en la búsqueda de alteraciones hematológicas y toma de muestras para análisis de cuadro hemático, frotis de sangre periférica y colinesterasa eritrocitaria a 92 personas, que se distribuyen en las empresas participantes, tal y como lo muestra la siguiente tabla.

**Tabla N°3:** Empresas participantes y número de trabajadores disponibles

<i><b>Empresa N°</b></i>	<i><b>Total de trabajadores por empresa</b></i>	<i><b>Total de trabajadores que no desearon participar en el estudio</b></i>	<i><b>Total de trabajadores que no cumplieron los criterios de inclusión o cumplieron criterios de exclusión</b></i>	<i><b>Total de trabajadores disponibles</b></i>
<b>1</b>	54	1	9*	44
<b>2</b>	30	2	6*	22
<b>3</b>	20	4	1*	15
<b>4</b>	4	0	0	4
<b>5</b>	8	2	0	6

<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>92</b>

Fuente: Propia

\*Empresa N°1: Nueve trabajadores no cumplieron los criterios de inclusión ya que no reunían el tiempo de antigüedad requerido para el estudio, tenían una antigüedad menor a 6 meses en contacto con los pesticidas de interés.

\*Empresa N°2: Una trabajadora se excluyó ya que se encontraba en estado de embarazo, dos trabajadoras no cumplían con el tiempo de antigüedad requerido en el estudio, dos trabajadores se excluyeron al no querer tomarse la muestra de sangre y una trabajadora se excluyó ya que el día de la toma de los laboratorios ya no trabajaba en la empresa.

\*Empresa N°3: Un trabajador se excluyó el rehusarse a la toma de muestra de sangre.

**Tabla N° 4:** Características demográficas de los participantes por empresa.

Características demográficas	Empresa 1 n (%)	Empresa 2 n (%)	Empresa 3 n (%)	Empresa 4 n (%)	Empresa 5 n (%)	Empresa 6 n (%)
Edad 18-30	16 (36)	12 (55)	8 (53)	2 (50)	2 (33)	0 (0)
Edad 31-40	11 (25)	8 (36)	4 (27)	1 (25)	2 (33)	0 (0)
Edad 41-50	10 (23)	2 (9)	2 (13)	1 (25)	1 (17)	1 (100)
Edad Mayores de 50	7 (16)	0 (0)	1 (7)	0 (0)	1 (17)	0 (0)
Sexo femenino	23 (52)	6 (27)	3 (20)	1 (25)	2 (33)	0 (0)
Sexo masculino	21 (48)	16 (73)	12 (80)	3 (75)	4 (67)	1 (100)
Unión libre	17 (39)	6 (27)	3 (20)	2 (50)	0 (0)	0 (0)
Casado	10 (23)	6 (27)	5 (33)	0 (0)	4 (67)	1 (100)
Soltero	15 (34)	9 (41)	6 (40)	2 (50)	2 (33)	0 (0)
Divorciado	2 (5)	1 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Viudo	0 (0)	0 (0)	1 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Primaria	0 (0)	1 (5)	1 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Secundaria	27 (61)	9 (41)	11 (73)	2 (50)	4 (67)	1 (100)
Técnico	8 (18)	5 (23)	0 (0)	0 (0)	2 (33)	0 (0)
Tecnológico	5 (11)	4 (18)	0 (0)	1 (20)	0 (0)	0 (0)
Universitaria	2 (5)	2 (9)	3 (20)	1 (20)	0 (0)	0 (0)
Especialización	2 (5)	1 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Cargo fijo	16 (36)	22 (100)	13 (87)	3 (75)	6 (100)	1 (100)
Cargo rotativo	28 (64)	0 (0)	2 (13)	1 (25)	0 (0)	0 (0)
Total trabajadores	44	22	15	4	6	1

Fuente: Propia

Según la tabla anterior se observa que para la empresa N° 1, 2, 3 y 4 predominan los trabajadores jóvenes con edades de 18 a 30 años, para la empresa 5 predominan las edades de 18 a 40 años y para la empresa 6 su único trabajador se encuentra en un rango de edad de 41 a 50 años, en general se trata de trabajadores jóvenes. Para todas las empresas excepto la número 1, predomina la población trabajadora de género masculino. En todas las empresas se observa que los trabajadores tienen relaciones estables ya que se encuentran casados o en unión libre. En cuanto a escolaridad se encuentra que para la empresa número 1,3,4 y 5 predominan los estudios de secundaria, para la empresa número 2 predominan los trabajadores con estudios técnicos, tecnológicos y universitarios. Para la empresa número 1 predominan los cargos rotativos, ya que en el área operativa existen rotaciones en las diferentes actividades de preparación, empaque y almacenamiento de los productos químicos. En las empresas número 2, 5, y 6 tanto los cargos administrativos como los cargos operativos son fijos, y en las empresas número 3 y 4 si bien predominan los cargos fijos, hay algunas personas que tienen cargos rotativos. Por lo anterior se evidencia que los grupos estudiados son similares y por lo tanto comparables entre sí.

#### 15.1.1.1 Distribución por edad

La distribución por edad mostró un promedio en la población estudiada de 34,3 años con una desviación estándar de 10,84 años y una mediana de 33,5, con una edad mínima de 18 años y una edad máxima de 63 años.

En cuanto a la distribución por rango de edad se encontró que el mayor porcentaje (43%) la conforma población joven con edades entre 18 a 30 años, seguida por la población de 31 a 40 años, en un 28%. Los trabajadores con edades de más de 50 años sólo fueron 9, es decir el 10%, como se presenta en la tabla N° 5:

**Tabla N° 5:** Distribución de la población evaluada por rango de edad

Rango de edad	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada
18-30	40	43%	40
31-40	26	28%	66
41-50	17	18%	83

Mayores de 50	9	10%	92
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Propia

### 15.1.1.2 Distribución por sexo

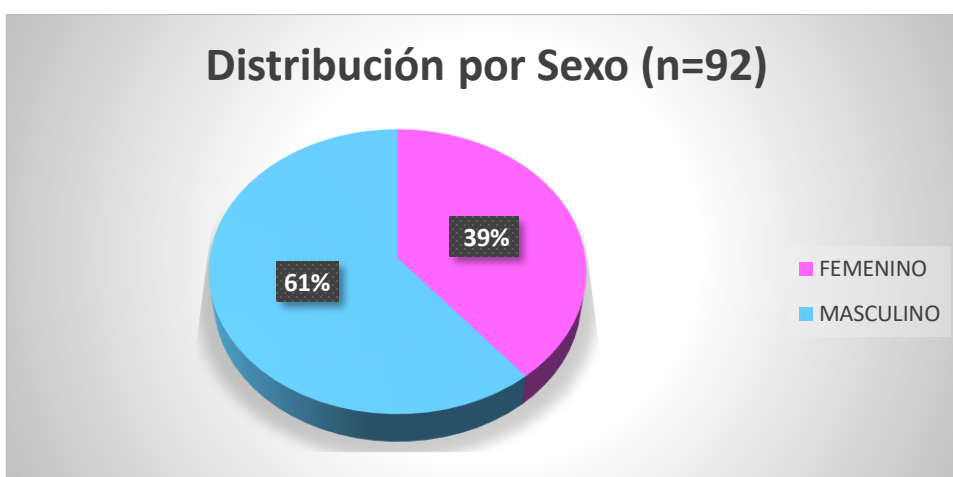
La población estudiada se distribuyó por sexo encontrando un 39% de mujeres y un 61% de hombres, siendo mayoritaria la participación de los hombres para esta actividad económica, como lo muestran la siguiente tabla y figura:

**Tabla N° 6:** Distribución por sexo

SEXO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Femenino	35	39%
Masculino	57	61%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 1:** Distribución por sexo



Fuente: Propia

### 15.1.1.3 Distribución por Área

El personal operativo realizaba actividades de preparación, empaque, almacenamiento, transporte de pesticidas y fumigaciones. Por su parte el personal administrativo realizaba actividades de oficina, en el mismo sitio donde se

almacenaban las sustancias químicas o en lugares contiguos a las instalaciones de producción y empaque de los pesticidas de interés. Por lo cual este estudio se realizó tanto en trabajadores operativos, como en trabajadores administrativos.

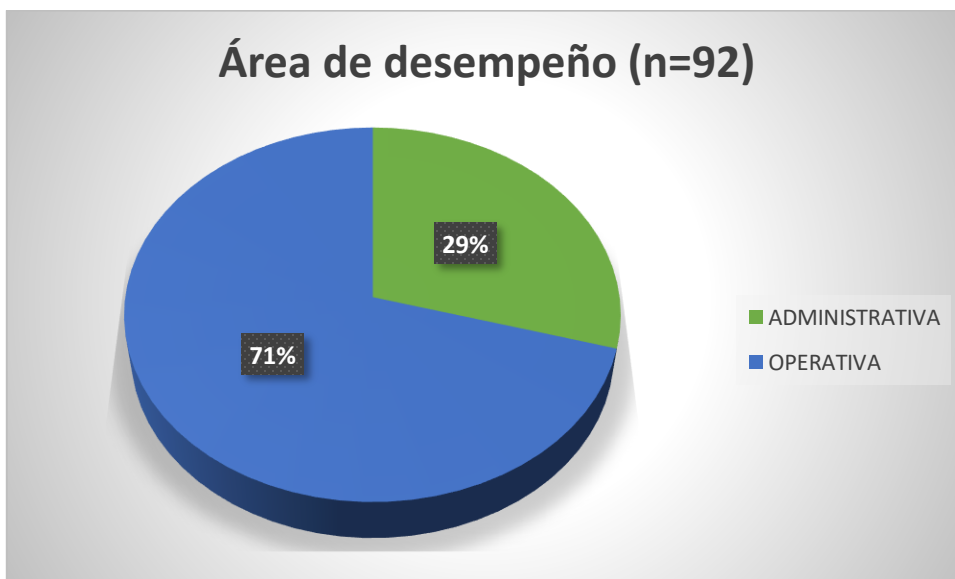
Se encontró que el menor porcentaje, es decir 27 personas pertenecían al área administrativa (29%) y la mayor cantidad de trabajadores (65 personas) pertenecían al área operativa (71%), así como lo muestran las siguientes figuras:

**Tabla N° 7:** Distribución por Área de desempeño

ÁREA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Administrativa	27	29%
Operativa	65	71%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 2:** Distribución por Área de desempeño



Fuente: Propia

#### 15.1.1.4 Distribución por sexo y área de desempeño

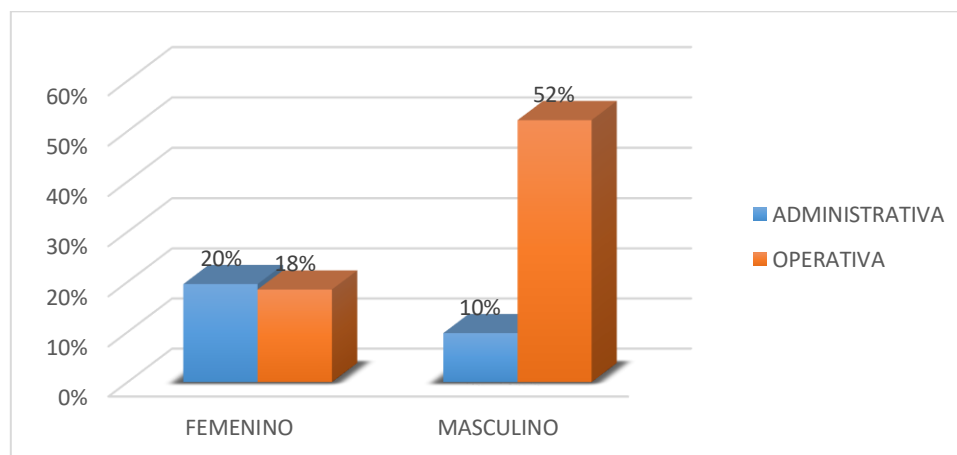
Por su parte 18 mujeres pertenecían al área administrativa y 17 al área operativa, mientras que 9 hombres pertenecían al área administrativa y 48 al área operativa. Demostrando así que la mayor parte de la población estudiada la conforman los hombres del área operativa. La tabla número 8 y figura número 3 lo muestran:

**Tabla N° 8:** Distribución por sexo y área de desempeño

Sexo	Administrativa	Operativa	Total
Femenino	18	17	35
Masculino	9	48	57
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>65</b>	<b>92</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 3:** Distribución por sexo y área de desempeño. (n=92)



Fuente: Propia

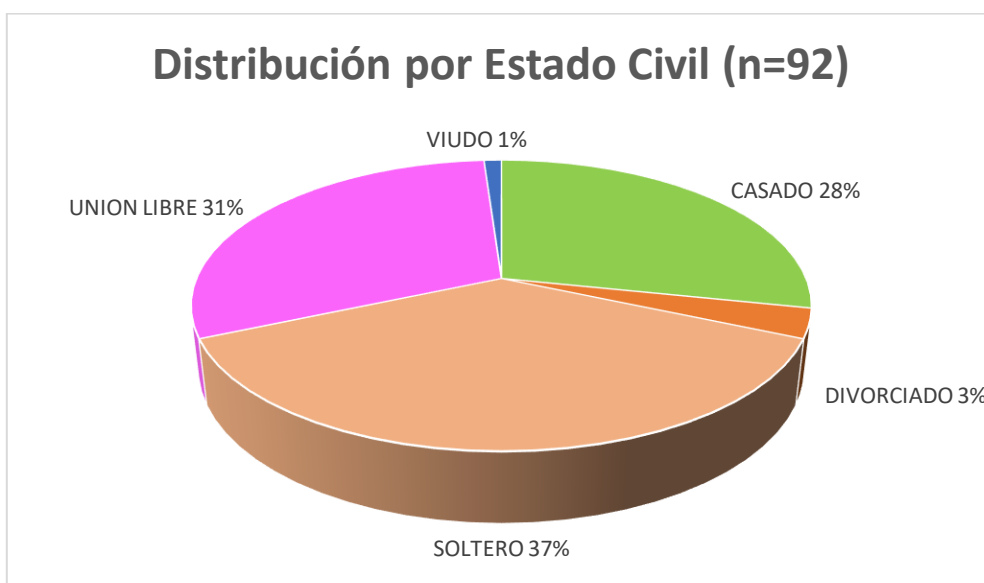
#### 15.1.1.5 Distribución por estado civil

Los resultados arrojan que la mayoría de la población estudiada es soltera con un 37%, seguida de unión libre con un 31 %, estado civil casado con un 28 %, divorciado con un 3 % y por último viudo con un 1%.

**Tabla N° 9:** Distribución por estado civil

ESTADO CIVIL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Casado	26	28 %
Divorciado	3	3 %
Soltero	34	37 %
Unión libre	28	31 %
Viudo	1	1 %
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 4:** Distribución por estado civil

Fuente: Propia

#### 15.1.1.6 Distribución por nivel educativo

Se evidencia que la mayoría de la población participante presenta un nivel de escolaridad secundaria con un 58,7%, y tan solo un 3,3% presenta estudios de especialización.

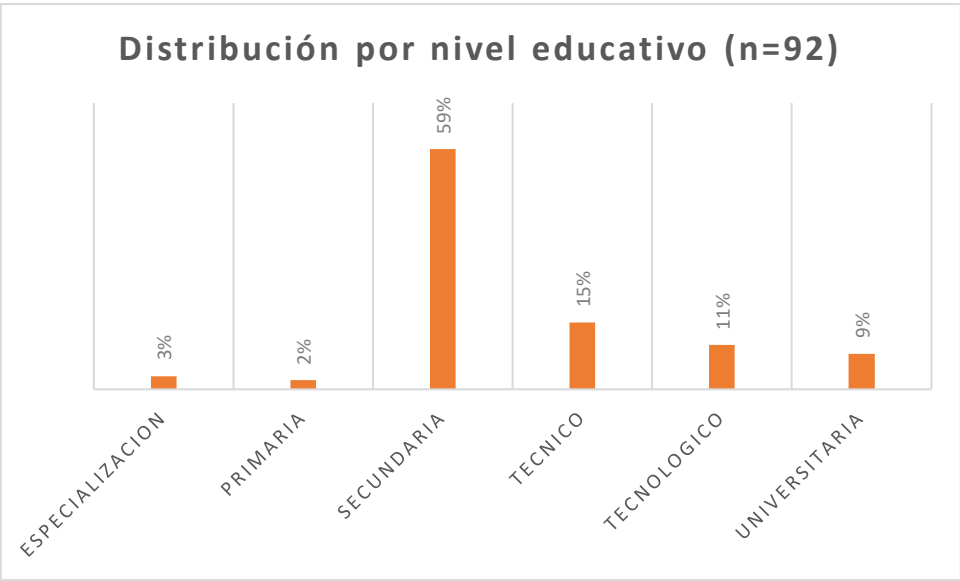


Tabla N° 10: Distribución por nivel educativo

NIVEL EDUCATIVO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Especialización	3	3%
Primaria	2	2%
Secundaria	54	59%
Técnico	15	15%
Tecnológico	10	11%
Universitaria	8	9%
TOTAL	92	100%

Fuente: Propia

Figura N° 5: Distribución por nivel educativo



Fuente: Propia

15.1.1.7 Distribución por nivel educativo y área de desempeño

Con respecto a la distribución por nivel educativo y área de desempeño se observa que hay gran variedad en la formación de los participantes. Ningún trabajador en el área operativa tiene estudios de especialización, mientras que en el área administrativa ningún trabajador refirió haber cursado únicamente la primaria. La mayor parte de los trabajadores del área operativa refirieron haber cursado estudios secundarios, como se muestra en la tabla número 11.

**Tabla N° 11:** Distribución por nivel educativo y área de desempeño

Nivel educativo	Administrativa	Operativa	Total
Especialización	3	0	3
Primaria	0	2	2
Secundaria	7	47	54
Técnico	5	10	15
Tecnológico	6	4	10
Universitaria	6	2	8
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>65</b>	<b>92</b>

Fuente: Propia

### 15.1.1.8 Distribución según lugar de residencia

Se evidencia que el total de la población estudiada reside en el departamento de Cundinamarca, con un porcentaje del 87% en la ciudad de Bogotá y un pequeño porcentaje en municipios cercanos a la capital, como lo muestra la tabla número 12:

**Tabla N° 12:** Distribución por lugar de residencia

CIUDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bogotá	79	87%
Facatativá	1	1%
Funza	2	2%
Madrid	1	1%
Mosquera	4	4%
Soacha	5	5%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

El 100% de los individuos entrevistados refirieron vivir en área urbana.

## 15.1.2 Variables Ocupacionales y Extraocupacionales

### 15.1.2.1 Distribución por cargo desempeñado

La tabla número 13 muestra los cargos desempeñados en cada una de las empresas participantes. Se observa que la mayor frecuencia la ocupan los técnicos aplicadores con un 32,6%, seguido de los auxiliares de producción con un 15,3% y los auxiliares de bodega con un 8,7%.

**Tabla N° 13:** Distribución por cargo desempeñado

<b>CARGO DESEMPEÑADO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Asistente de gerencia	1	1,09%
Auxiliar administrativa	1	1,09%
Auxiliar contable	1	1,09%
Auxiliar de almacén	1	1,09%
Auxiliar de archivo	1	1,09%
Auxiliar de bodega	8	8,70%
Auxiliar de producción	15	15,30%
Auxiliar de servicios generales	1	1,09%
Auxiliar logística	1	1,09%
Conductor	4	4,35%
Coordinador de servicios	2	2,17%
Coordinador logístico	1	1,09%
Coordinador operacional	1	1,09%
Coordinadora comercial	1	1,09%
Coordinadora HSEQ	2	2,17%
Directora técnica	1	1,09%
Ejecutivo de cuenta	5	5,43%
Gerente general	3	3,26%
Inspector de calidad	1	1,09%
Jefe de bodega	2	2,17%
Jefe de operaciones	1	1,09%
Jefe financiera y de recursos humanos	1	1,09%
Mensajero	1	1,09%
Practicante	1	1,09%
Recepcionista	1	1,09%
Supervisor	4	4,35%
Técnico aplicador	30	32,61%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Propia

### **15.1.2.2 Distribución por antigüedad en el cargo, antigüedad en la empresa y tiempo en contacto con pesticidas.**

Para la antigüedad en los cargos descritos se tiene un promedio de 48.1 meses, con una desviación estándar de 51,1 meses y una mediana de 36 meses, con un rango de tiempo entre 1 mes y 252 meses.

Para el tiempo de antigüedad en la empresa actual se tiene un promedio de 43.7 meses, con una desviación estándar de 45.9 meses y una mediana de 33.5 meses, con un rango de tiempo entre 6 y 215 meses.

Para el tiempo en contacto (directo o indirecto) con los pesticidas de interés, se tiene un promedio de 49.4 meses, con una desviación estándar de 51.3 meses y una mediana de 36 meses, con un tiempo mínimo de 6 meses y máximo de 215 meses.

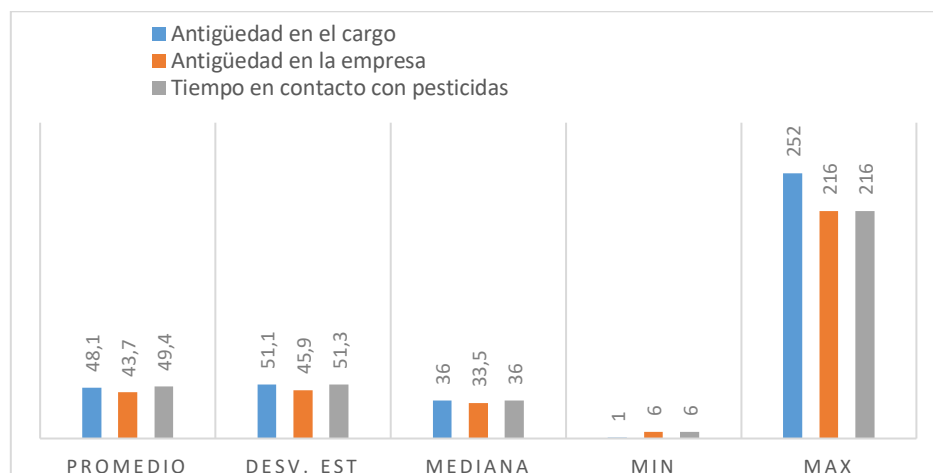
Los promedios, medianas, rangos y desviaciones estándar descritos, son medidas de tendencia central y dispersión las cuales se propusieron para el análisis de los datos. Sin embargo, en este tipo de medidas se observa por ejemplo que la media o promedio depende de valores extremos que puede enmascarar exposición prolongada de conjuntos de personas y puede no representar comportamientos.

Por ejemplo si tenemos un grupo pequeño de trabajadores que sólo lleva 6 meses de exposición a los pesticidas de interés, pero que por el tipo de tarea está en exposición continua (operarios de producción) y lo comparamos con un grupo grande de trabajadores que llevan 10 años de exposición, pero esta es de manera ocasional, no podríamos afirmar que los que presentan mayores alteraciones en los parámetros hematológicos son los que llevan más tiempo en la empresa (10 años), y los que no presentan alteraciones hematológicas son los que sólo llevan 6 meses, ya que se desconoce en este tipo de medidas (promedio) el resto de factores que se deben evaluar.

Por su parte la mediana nos indica el valor central que ocupan los datos y la desviación estándar a su vez nos muestra la variación de los datos respecto a la media, lo cual quiere decir que si la desviación estándar es 0, todos los datos de mi grupo son homogéneos y si esta es mayor a 1, más heterogéneo será el grupo.

En nuestro caso y según lo muestra la tabla 6, las desviaciones estándar para las variables de antigüedad en el cargo, antigüedad en la empresa y tiempo en contacto con pesticidas, tienen un resultado mayor a 1, lo cual indica que los datos del grupo de estudio son heterogéneos.

**Figura N° 6:** Medidas estadísticas por antigüedad en el cargo, antigüedad en la empresa y tiempo en contacto con pesticidas (meses).



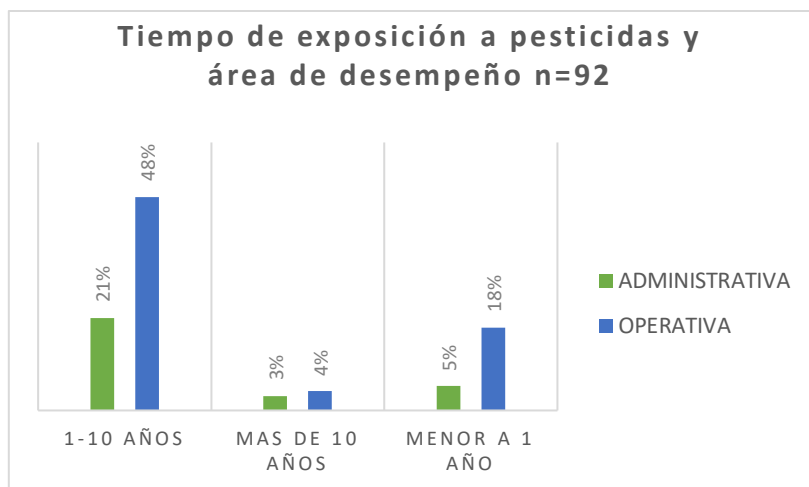
Fuente: Propia

La tabla número 14 indica la exposición a los pesticidas de interés por rango de tiempo, encontrando que el mayor porcentaje (68%), es decir 63 personas refirieron un tiempo de exposición de 1 a 10 años, mientras que sólo el 8% (7 personas) indicaron una exposición de más de 10 años. Se encontró que el mayor porcentaje lo ocupan los operativos que reportan una antigüedad de 1 a 10 años de exposición a los pesticidas con un 48%, las siguientes figuras muestran esta información:

**Tabla N° 14:** Distribución por tiempo de exposición a pesticidas y área de desempeño

Tiempo de exposición a pesticidas	Administrativa	Operativa	Total
1-10 años	19 (21%)	44 (48%)	63 (68%)
Menor a 1 año	5 (5%)	17 (18%)	22 (24%)
Más de 10 años	3 (3%)	4 (4%)	7 (8%)
<b>Total</b>	<b>27 (30%)</b>	<b>65 (70%)</b>	<b>92 (100%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 7:** Distribución por tiempo de exposición a pesticidas y área de desempeño

Fuente: Propia

### 15.1.2.3 Distribución por manera de exposición a los pesticidas

Se define como expuestos directos a aquellos trabajadores que dentro del cumplimiento de sus tareas, manipulan de forma directa los pesticidas de interés, bien sea en las tareas de producción, envase, aplicación de estos o supervisión de los procesos descritos. Los expuestos indirectos, son aquellos trabajadores que si bien no tienen contacto alguno o no manipulan directamente los pesticidas, desarrollan sus actividades de trabajo en el mismo ambiente laboral donde se almacenan, producen, envasan o distribuyen estos productos.

Por ejemplo, en los expuestos directos podríamos mencionar a los operarios de producción, los cuales producen y envasan los productos tóxicos; por su parte en los expuestos indirectos estarían los ejecutivos de cuenta o jefe de recursos humanos, quienes en ningún momento tienen contacto directo con el pesticida, pero si comparten el mismo ambiente donde se realizan las actividades operativas descritas, teniendo una exposición indirecta.

La definición de exposición directa vs indirecta tendría la misma connotación de expuestos para los primeros y potencialmente expuestos para los segundos (45), pero en el presente trabajo se utiliza la primera.

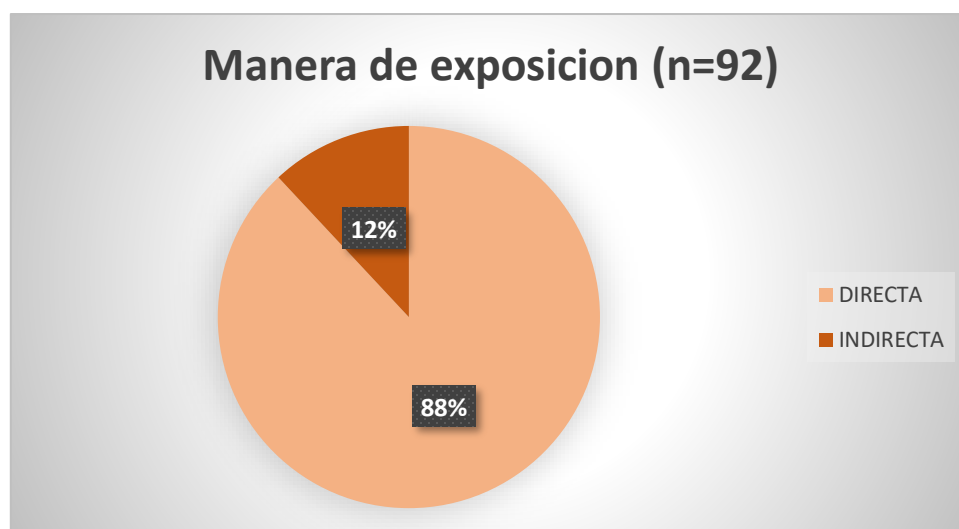
Teniendo en cuenta lo anterior, en la población estudiada se evidencia que un 88% de los trabajadores se encuentran expuestos de una manera directa a los pesticidas de interés. Si bien algunos de estos trabajan en áreas administrativas, en ocasiones por los requerimientos de sus cargos deben realizar el manejo directo de los tóxicos, considerándose como una exposición directa. Es importante aclarar que todas las empresas que participaron se clasifican o corresponden a pequeñas empresas, donde los trabajadores deben cumplir múltiples actividades, rotando periódicamente por varias de estas.

**Tabla N° 15:** Distribución por manera de exposición

MANERA DE EXPOSICIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Directa	81	88%
Indirecta	11	12%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 8:** Distribución por manera de exposición



Fuente: Propia

Dentro de los trabajadores del área administrativa, 17 personas refirieron tener contacto directo con los pesticidas, al realizar tareas directamente en el depósito donde estos se guardan o en las áreas de producción. Por otra parte sólo 1 persona del área operativa (mensajero), refirió exposición indirecta, al no manipular en ningún momento dichos tóxicos, simplemente desarrollando sus labores en las áreas contiguas de almacenamiento, producción, envase y distribución. La tabla número 16 muestra que el mayor porcentaje 70% lo ocupan los trabajadores del área operativa que se encuentran expuestos directamente a los pesticidas de interés.

**Tabla N° 16:** Distribución por área y manera de exposición

ÁREA	DIRECTA	INDIRECTA	TOTAL
Administrativa	17 (18%)	10 (11%)	27 (29%)
Operativa	64 (70%)	1 (1%)	65 (71%)
<b>TOTAL</b>	<b>81 (88%)</b>	<b>11 (12%)</b>	<b>92 (100%)</b>

Fuente: Propia

#### **15.1.2.4 Distribución por horas de trabajo al día en contacto directo con los pesticidas**

En los trabajadores estudiados que se encuentran en contacto directo con los pesticidas de interés, se tiene que existe un promedio de 4 horas al día, con una desviación estándar de 3,2 horas al día y una mediana de 4 horas al día, con un mínimo de 1 hora y un máximo de 9 horas diarias.

Cabe resaltar como se mencionó anteriormente que si bien algunos trabajadores no se encuentran directamente expuestos a los pesticidas, si trabajan en las mismas áreas donde se almacenan estos productos, o en áreas contiguas a donde se realizan operaciones de producción, envase o transporte, configurándose una exposición indirecta.

La siguiente tabla muestra que el mayor porcentaje (70%) de los trabajadores tiene contacto directo con los pesticidas en un rango de 1 a 5 horas diarias. Por su parte el 30% de los trabajadores tiene contacto directo con estos en un rango de 6 a 9 horas diarias. Lo cual se puede explicar debido a que algunos trabajadores del área administrativa si bien tiene contacto directo al día, la exposición se hace en poco tiempo.



**Tabla N° 17:** Distribución por horas de contacto directo al día con los pesticidas.

Rango de horas	Frecuencia	Porcentaje
1-5 horas	56	70%
6-9 horas	25	30%
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

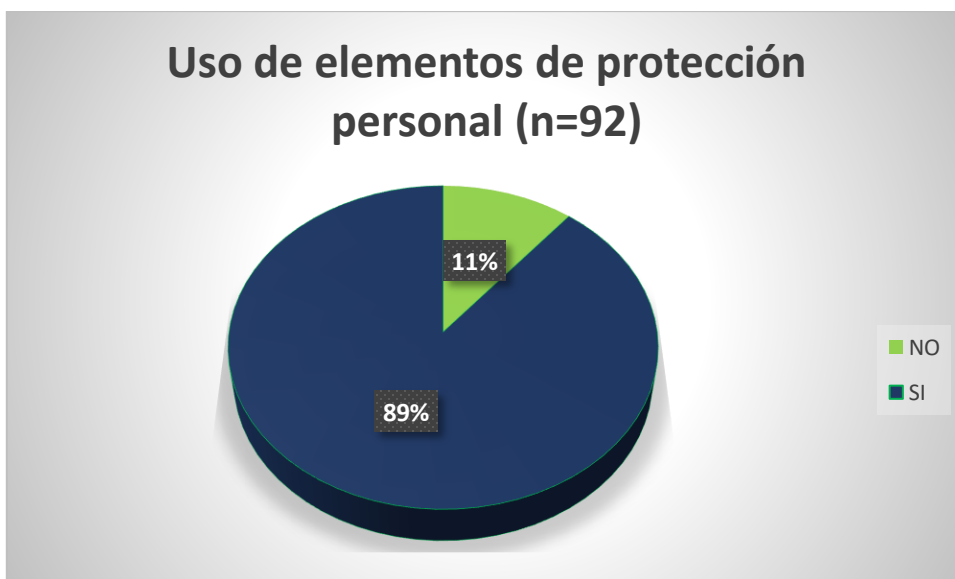
### 15.1.2.5 Distribución por uso y elementos de protección personal utilizados

El 89% de los trabajadores entrevistados refirió el uso de los elementos de protección personal (EPP), mientras que tan sólo un 11% refirió que para realizar su trabajo no requería el uso de ningún elemento de protección personal, como lo muestran las siguientes figuras:

**Tabla N° 18:** Distribución por uso de elementos de protección personal

USO DE EPP	FRECUENCIA	PORCENTAJE
No	10	11%
Si	82	89%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 9:** Distribución por uso de elementos de protección personal

Fuente: Propia

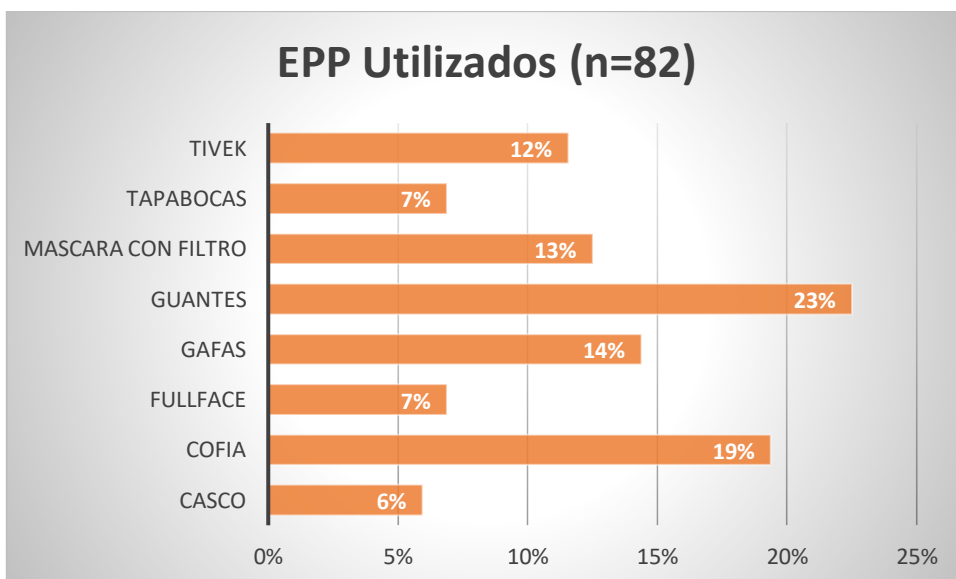
Se encontró que dentro de los trabajadores que refirieron usar los elementos de protección personal, los más utilizados corresponden a guantes (23%), seguidos de cofia (19%), gafas (14%) y máscara con filtro (13%). El resto de elementos de protección personal son utilizados en menor proporción, tal y como lo muestran la tabla número 19 y la figura número 10:

**Tabla N° 19:** Distribución por elementos de protección personal utilizados

EPP utilizados	Porcentaje
Casco	6%
Cofia	19%
Fullface	7%
Gafas	14%
Guantes	23%
Mascara con filtro	13%
Tapabocas	7%
Tivek (antifluidos)	12%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 10:** Distribución por elementos de protección personal utilizados



Fuente: Propia

Todo el personal operativo indicó que utilizaba elementos de protección personal, 17 personas del área administrativa también refirieron usar EPP cuando tenían que realizar alguna inspección en las áreas operativas.

### 15.1.2.6 Distribución por actividades extralaborales

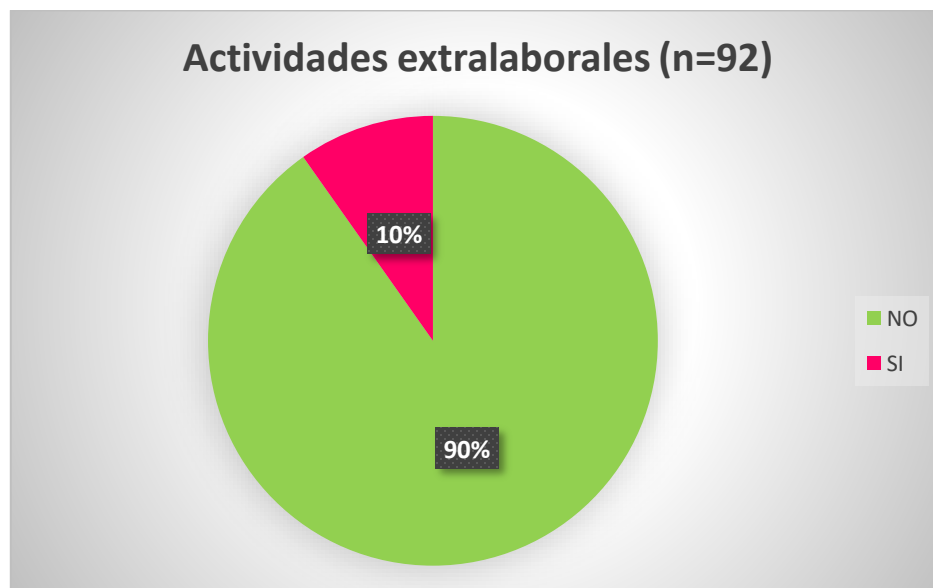
El mayor porcentaje (90%) de los trabajadores entrevistados refirió no realizar ninguna actividad extralaboral, mientras que tan solo 9 personas refirieron realizar actividades fuera del trabajo, como lo muestran los siguientes gráficos.

**Tabla N° 20:** Distribución de realización de actividades extralaborales

Actividades extralaborales	Frecuencia	Porcentaje
No	83	90%
Si	9	10%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 11:** Distribución de realización de actividades extralaborales



Fuente: Propia

Dentro de las actividades extralaborales que con más frecuencia realizan, se encuentran los estudios universitarios, seguidos de actividades de construcción, como lo muestra la tabla número 21:

**Tabla N° 21:** Distribución por actividades extralaborales

Actividades	Frecuencia	Porcentaje
Actividades de bisutería	1	1%
Actividades de construcción	2	2%
Estudios universitarios	5	6%
Mantenimiento de equipos de computo	1	1%
Ninguna	83	90%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

### 15.1.2.7 Distribución por pasatiempos

Sólo el 14% de las personas (13) encuestadas refirió tener algún pasatiempo, la mayoría de personas es decir el 86% (79 personas) refirieron no tener ningún pasatiempo.

Los pasatiempos que más realizan son actividades de lectura, seguido de escuchar música, tocar un instrumento y ver televisión, como lo muestra la siguiente tabla:

**Tabla N° 22:** Distribución por tipo de pasatiempos

Pasatiempos	Frecuencia	Porcentaje
Ir a cine	1	1%
Escuchar música	2	2%
Leer	4	4%
Hacer manualidades	1	1%
Ninguno	79	87%
Pintar	1	1%
Tocar un instrumento	2	2%
Ver TV	2	2%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

### 15.1.2.8 Distribución por ejercicio físico, frecuencia y tipo de ejercicio

Sólo el 38%, es decir 35 personas refirieron realizar algún tipo de ejercicio físico, mientras que la mayor parte de los trabajadores en un 62% (57 personas) indicaron

que no realizaban ningún tipo de actividad física. Esto muestra hábitos de vida saludable practicados en una baja proporción de personas en esta población.

En cuanto a la frecuencia de ejercicio físico el 24 % de la población (22 personas) lo realiza una vez a la semana, 2 personas (2%) lo realizan 2 veces por semana, 2 personas (2%) 3 veces a la semana, y únicamente una persona indicó que realizaba ejercicio 5 veces a la semana, es decir tan solo el 1% de la población estudiada realiza ejercicio físico con alta frecuencia.

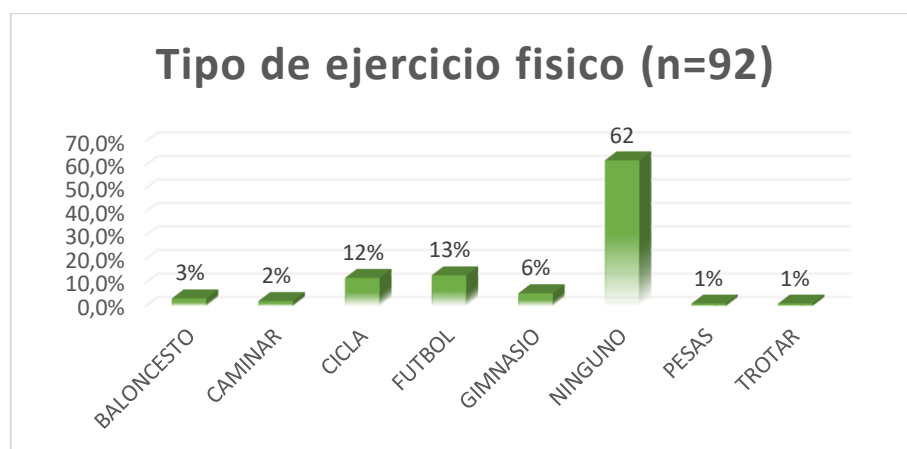
**Tabla N° 23:** Distribución por frecuencia de ejercicio físico

Frecuencia de ejercicio físico	Frecuencia	Porcentaje
1 vez a la semana	22	24%
2 veces a la semana	2	2 %
3 veces a la semana	2	2 %
5 veces a la semana	1	1 %
Diaria	7	8 %
Ningún día	58	63%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Propia

La figura número 12 muestra que dentro de las actividades que se realizan con más frecuencia en esta población, se encuentra la de jugar fútbol con un porcentaje de 13%, seguido de montar cicla 12% y en menor proporción ir al gimnasio 6%.

**Figura N° 12:** Distribución por tipo de ejercicio físico



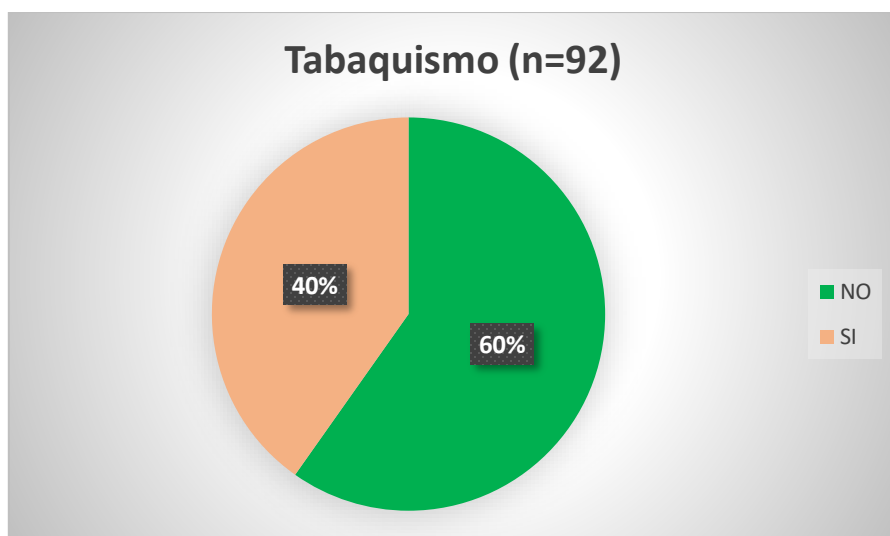
Fuente: Propia

### 15.1.3 Hábitos Tóxicos

#### 15.1.3.1 Distribución por tabaquismo

El 40% de la población entrevistada refirió ser consumidora de cigarrillo, de los 92 trabajadores, 37 de ellos son o fueron consumidores. La mayor parte de la población estudiada (60%) 55 personas, indicaron que no han sido ni son fumadores.

**Figura N° 13:** Distribución por tabaquismo



Fuente: Propia

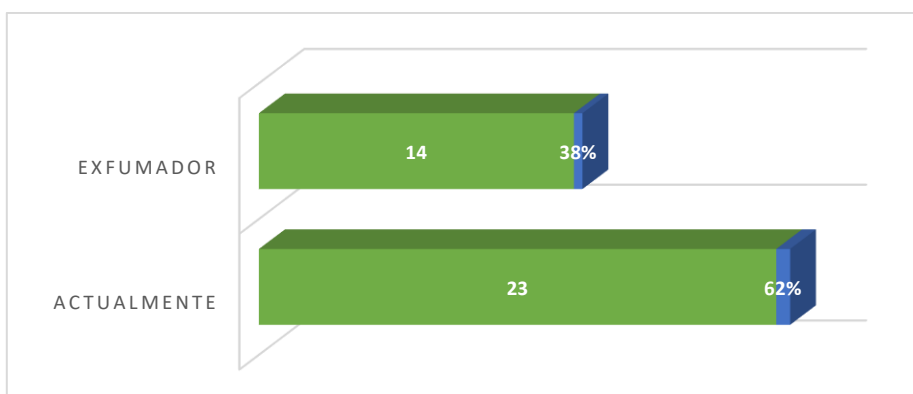
De las 37 personas que refirieron consumir cigarrillo, 23 personas fuman actualmente y 14 personas son exfumadoras. Los consumidores actuales fuman en promedio 18 cigarrillos a la semana, con un rango entre 1 y 100 cigarrillos. Llevan fumando en promedio 8 años, con un mínimo de 1 año y un máximo de 44 años, (2 paquetes/año). Lo cual indica que en esta población en general se tiene un grado de tabaquismo leve.

Los exfumadores llevan en promedio 9 años sin fumar, con una antigüedad entre 1 año y 30 años de haber dejado el cigarrillo, sin embargo, se trata de pocos trabajadores que ha logrado dejar este hábito tóxico, con sólo 14 personas.

**Tabla N° 24:** Distribución de fumadores

Distribución de fumadores	Frecuencia	Porcentaje
Fumador	23	62%
Exfumador	14	38%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 14:** Distribución de fumadores y exfumadores

Fuente: Propia

### 15.1.3.2 Distribución por consumo de drogas

De los 92 trabajadores, solo 1 acepto ser o haber sido consumidor de drogas, en este caso particular de marihuana para fines recreativos, el resto no refirió consumo de sustancias psicoactivas.

### 15.1.3.3 Distribución por consumo de bebidas alcohólicas

En los trabajadores estudiados se encontró que el 10% de ellos (9 personas) consumen alguna bebida alcohólica con una frecuencia de mínimo una vez a la semana. El resto de personas (90%, 83 personas) refirieron ser consumidores sociales. Las personas que indicaron que consumían alcohol mínimo una vez al a semana, refirieron que la bebida de consumo era la cerveza.

**Figura N° 15:** Distribución de consumidores de bebidas alcohólicas mínimo una vez a la semana



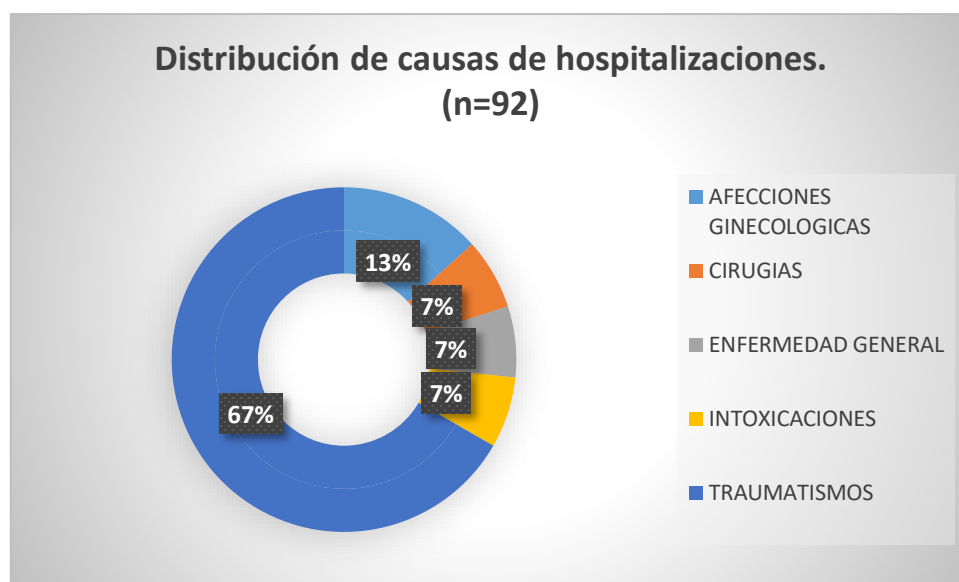
Fuente: Propia

## 15.1.4 Antecedentes médicos personales

### 15.1.4.1 Distribución por Hospitalizaciones

La mayor parte de la población es decir el 84% (77 personas), refirieron no haber tenido ninguna clase de hospitalización, mientras que el 15% (15 personas) indicó haber sido hospitalizada. Dentro de las causas de hospitalizaciones la que mayor frecuencia presentó fueron los traumatismos en un 67% (10 personas), seguida de las afecciones ginecológicas 13% (2 personas). Sólo un trabajador refirió antecedente de intoxicación por exposición a organofosforados, el cual requirió hospitalización durante 3 días en una institución hospitalaria. Lo cual nos muestra que en general la población estudiada se encuentra utilizando o manejando de manera adecuada los productos tóxicos en cada una de las empresas, pues la frecuencia de intoxicaciones agudas por estos productos es baja.



**Figura N° 16:** Distribución de causas de hospitalizaciones.

Fuente: Propia

#### 15.1.4.2 Distribución por antecedentes patológicos

De los 92 trabajadores entrevistados, 29 de ellos es decir el 32%, contestaron positivamente a la pregunta ¿Le ha sido diagnosticada en alguna ocasión alguna enfermedad? El 68% restante refirió no sufrir ni haber sufrido de alguna enfermedad.

**Tabla N° 25:** Distribución de antecedentes patológicos

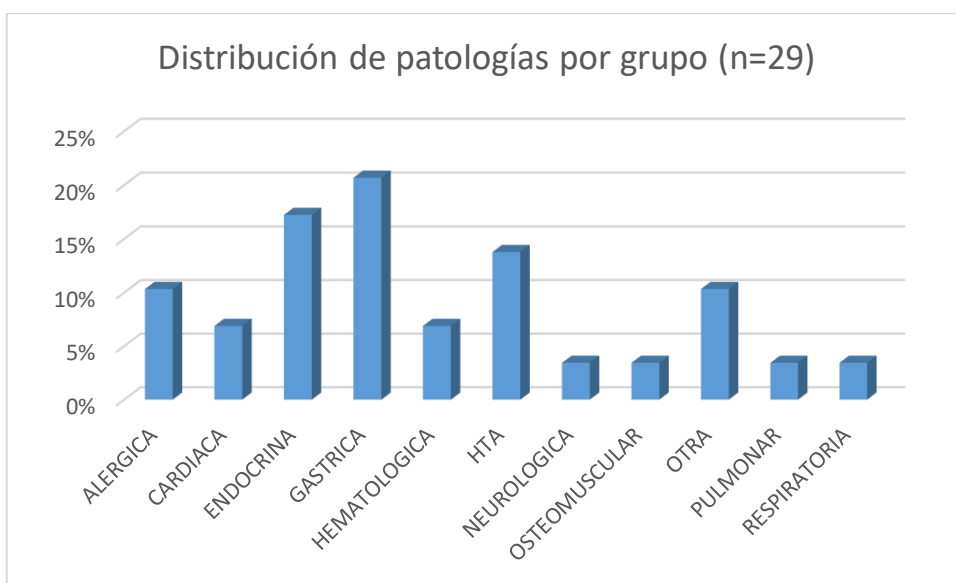
Antecedentes patológicos	Frecuencia	Porcentaje
No	63	68%
Si	29	32%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

Las patologías encontradas en el 32% de los trabajadores que refirieron tener este antecedente, se agruparon tal y como lo muestra la figura número 17. En cuanto a las patologías alérgicas, la rinitis crónica hace parte de este grupo y se encontró como antecedente en 3 personas (10%). Dentro de las patologías cardíacas se encuentran las arritmias, las cuales refirieron presentar 2 personas (7%). En cuanto a las patologías endocrinas (17%), se encontró que 3 personas presentaban antecedente

de hipotiroidismo, 1 de ovario poliquístico y 1 de diabetes. Por su parte en las patologías de origen gástrico (21%), se evidenció que 6 personas refirieron sufrir de gastritis crónica. Sólo dos personas indicaron tener antecedente de anemia en la infancia (7%), 4 sufren de hipertensión arterial (HTA) (14%), 1 de migraña (3%) y 1 de escoliosis (3%). En el grupo de otras (10%), se encontraron antecedentes de patologías como gota, fiebre reumática y leishmaniasis, resueltas en el momento de la entrevista. En el grupo de patologías pulmonares (3%) se incluyó una persona con antecedente de bronquitis ya resuelta, y en el grupo de las enfermedades respiratorias (3%) se encontró una persona que refirió sufrir de sinusitis crónica.

**Figura N° 17:** Distribución de patologías por grupo



Fuente: Propia

Lo hallazgos anteriores podrían inferir en los resultados de este estudio, teniendo en cuenta que en especial las patologías crónicas de origen cardiovascular y pulmonar, pueden modificar los resultados de los parámetros hematológicos como cuadro hemático y frotis de sangre periférica, al interferir directamente con diferentes células sanguíneas, en especial las de la línea roja y línea blanca, por alteraciones en la oxigenación y del sistema inmunológico. Adicionalmente por los medicamentos que

los pacientes consumen para el control de dichas patologías, los cuales pueden llegar a ser tóxicos para el sistema hematológico.

#### 15.1.4.3 Distribución por antecedente de enfermedades hematopoyéticas en la familia

11 personas indicaron tener algún antecedente de enfermedades hematopoyéticas en la familia, la mayoría de la población estudiada no presentó este tipo de antecedente, así como lo muestra la siguiente tabla:

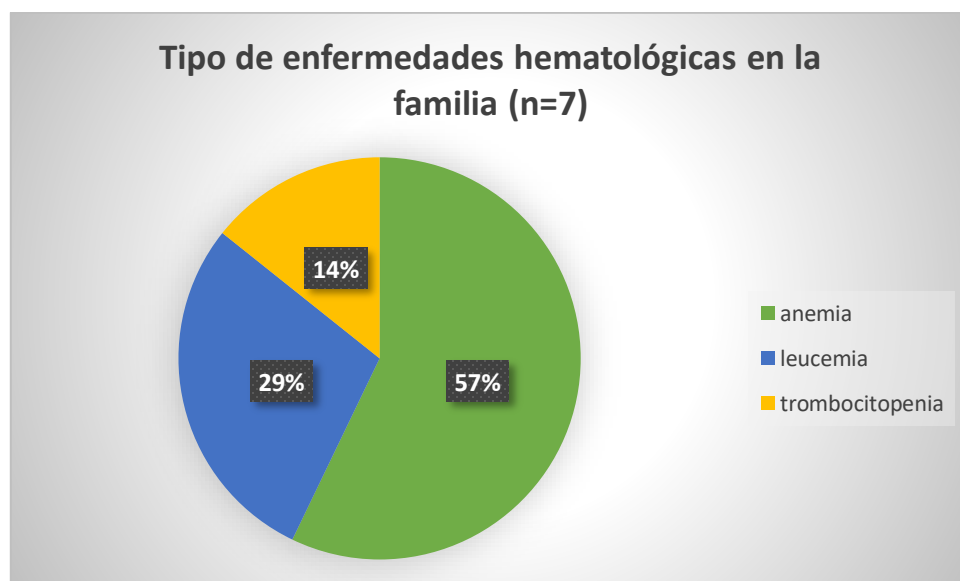
**Tabla N° 26:** Distribución de enfermedades hematopoyéticas en la familia

Enfermedades hematológicas en la familia	Frecuencia	Porcentaje
No	85	92%
Si	7	8%
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

Dentro de los antecedentes de enfermedades hematopoyéticas en las familias de los trabajadores, se encontró que 2 de las abuelas presentan antecedente de leucemia, 4 presentan antecedente de anemia, entre ellos madres y hermanas. Sólo un trabajador refirió antecedente de trombocitopenia en la madre.

**Figura N° 18:** Distribución de tipo de enfermedades hematopoyéticas en la familia

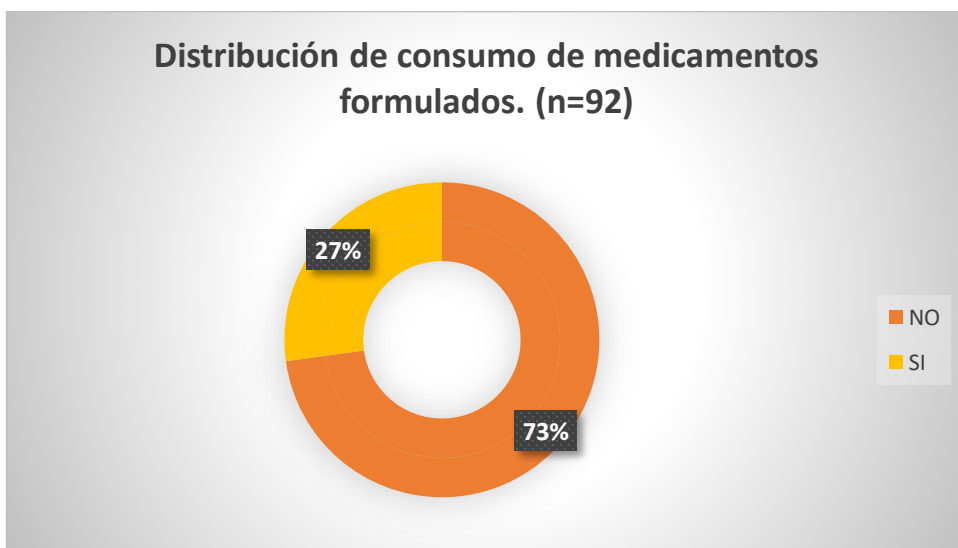


Fuente: Propia

#### 15.1.4.4 Distribución por consumo de medicamentos formulados

Cuando se preguntó por el antecedente de consumo de medicamentos formulados, para el tratamiento de alguna enfermedad por un periodo superior a un mes, 25 personas es decir el 27% contestaron afirmativamente, el 73% restante es decir 67 personas no refirió este consumo.

**Figura N° 19:** Distribución de consumo de medicamentos formulados. (n=92)



Fuente: Propia

Dentro de los medicamentos reportados, estos se organizaron por grupos según su función a nivel fisiológico, como lo muestra la figura 24. En los medicamentos más frecuentemente consumidos se encontraron los inhibidores de bomba de protones como el omeprazol en un 15%, también en el mismo porcentaje se encontró el consumo de antihipertensivos como el enalapril y el losartan. Luego se encontró en un porcentaje de 12% el consumo de medicamentos tiroideos como la levotiroxina. Con porcentajes de 8% se encontraron grupos de medicamentos como los AINES – anti inflamatorios no esteroideos (ibuprofeno, naproxeno, diclofenaco), los antiandrogénicos (espironolactona), antibióticos, y antihistamínicos (ketotifeno, loratadina). Con porcentajes de 4% se encontraron los grupos de antimigrañosos como la ergotamina, antimitóticos como la colchicina para el tratamiento de la gota,

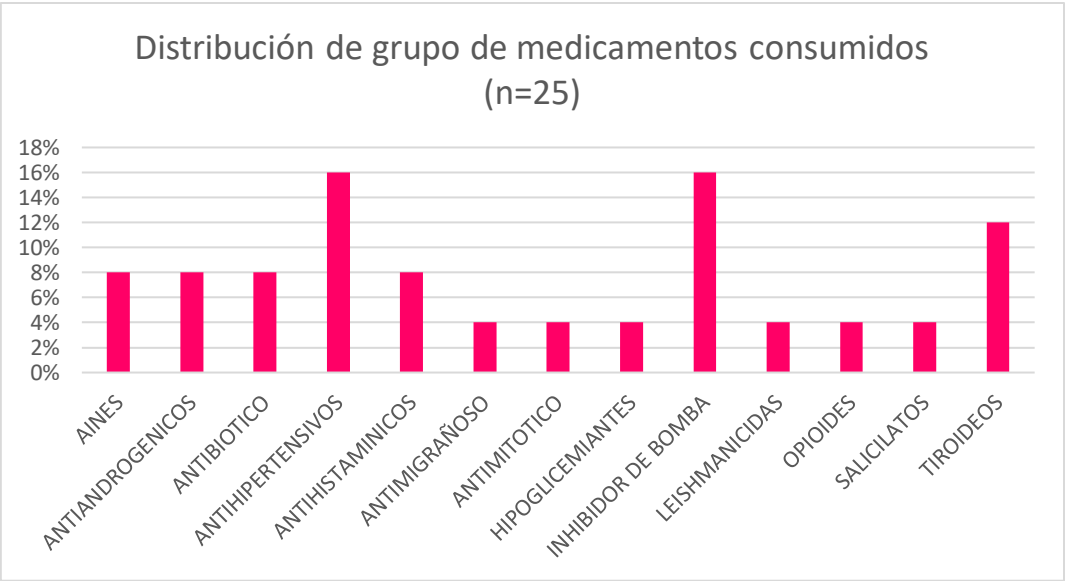
---

hipoglucemiantes orales como metformina, leishmanicidas como el glucantime, opioides como el tramadol y salicilatos como el ASA.

Como se mencionó anteriormente el medicamento más consumido en este grupo de estudio fue el omeprazol, que dentro de su mecanismo de acción se cataloga como un inhibidor de bomba de protones, disminuyendo el pH o la acidez a nivel gástrico, importante para la absorción de vitaminas como las del complejo B en especial la B12, esencial para la eritropoyesis o formación de los glóbulos rojos de la sangre. Los antihipertensivos como el enalapril se han asociado en algunos casos a neutropenia y eosinofilia como efectos secundarios a su uso. Los tiroideos como la levotiroxina se han asociado con casos de leucopenia, Por su parte los AINES como el ibuprofeno se asocian con agranulocitosis, el diclofenaco con algunas trombocitopenias. Los antibióticos son medicamentos hematotóxicos pudiendo causar hemólisis, anemia megaloblástica, aplasia medular, neutropenia y trombocitopenia. Medicamentos antimitóticos como la colchicina están asociados a depresión de la médula ósea, causantes de anemia aplásica, agranulocitosis y trombocitopenia en pacientes con tratamientos crónicos. Los leishmanicidas como el glucantime se asocian en algunos casos con leucopenia y anemia, por último los salicilatos como la aspirina se consideran agentes anti plaquetarios al inhibir la ciclooxigenasa.

Con lo anterior se infiere que la gran mayoría de medicamentos consumidos por esta población, tienen un efecto tóxico sobre el sistema hematopoyético, lo cual puede afectar los resultados del presente estudio.

Figura N° 20: Distribución de grupo de medicamentos consumidos



Fuente: Propia

A los trabajadores que refirieron antecedente de consumo de medicamentos formulados por un periodo superior a un mes, se le indagó si en el momento de la entrevista aún estaban tomándolos, 19 de ellos respondieron que actualmente tomaban medicamentos, y el restante 8 % refirió haberlos dejado de tomar, en los rangos de tiempo que muestra la siguiente tabla.

Tabla N° 27: Distribución de tiempo de consumo de medicamentos formulados

Hasta hace cuanto presenta consumo de medicamentos	Frecuencia	Porcentaje
Actualmente	19	76%
De 1 a 10 años	2	8%
Más de 10 años	2	8%
Menos de 1 año	2	8%
TOTAL	25	100%

Fuente: Propia

De los 19 trabajadores (76%) que aun consumían medicamentos se encontró que el grupo de los inhibidores de bomba de protones fue el que se presentó con más frecuencia (21%), seguido de los antihipertensivos (21%), tiroideos (15%), AINES

(11%), antihistamínicos (11%), Hipoglicemiantes orales (5%), opioides (5%), antiandrogénicos (5%) y antimigrañosos (5%).

#### 15.1.4.5 Distribución por consumo de sustancias autoformuladas

Al preguntar a los trabajadores sobre consumo de sustancias autoformuladas, el 49% de ellos, es decir 45 personas, refirieron que si consumían sustancias por cuenta propia, sin necesidad de fórmula médica. La mayoría de las personas del estudio, es decir el 51% (47 trabajadores) refirieron que no se automedicaban.

Al indagar sobre el tipo de sustancias autoformuladas, se encontró que dentro de 49% de personas que SI se autoformulan, el 38% de las personas entrevistadas consumen AINES, seguidos por acetaminofén en un 33%, y otros medicamentos en un menor porcentaje, los cuales se agruparon como lo muestran las siguientes figuras:

**Tabla N° 28:** Distribución por tipo de sustancias autoformuladas consumidas

Tipo de sustancias autoformuladas	Frecuencia	Porcentaje
Acetaminofén	15	33%
AINES	17	38%
Amitriptilina	1	2%
Antibióticos	1	2%
Antigripales	6	13%
Antivirales	1	2%
Opioides	1	2%
Productos naturistas	2	4%
Salicilatos	1	2%
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 21:** Distribución por tipo de sustancias autoformuladas consumidas

Fuente: Propia

Al realizarles la pregunta de ¿hasta hace cuanto se encontraban consumiendo dichas sustancias?, 18 de ellos respondieron que actualmente las tomaban, mientras que 26 de ellos indicaron no tomarlas al momento de la entrevista, si no ocasionalmente según la dolencia o sintomatología que presentaran.

**Tabla N° 29:** Distribución de consumo de sustancias autoformuladas

Frecuencia de consumo	Frecuencia	Porcentaje
Actualmente	18	41%
Ocasionalmente	26	59%
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

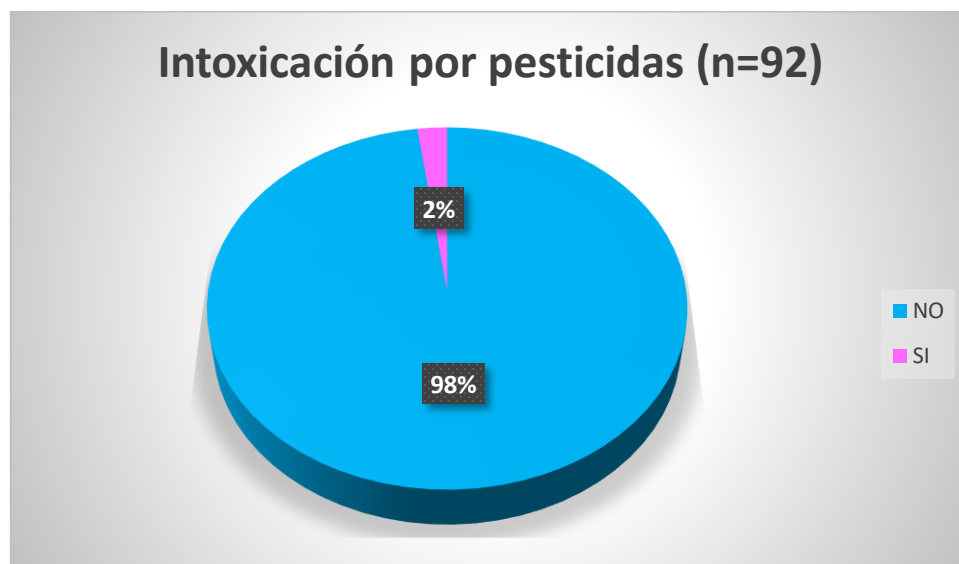
#### 15.1.4.6 Distribución por antecedente de intoxicación por contacto con pesticidas

De los 92 trabajadores participantes, sólo dos de ellos indicaron haber tenido una intoxicación por contacto con pesticidas, los dos trabajadores pertenecían a la misma empresa y desempeñaban el cargo de operario de fumigación. Uno de ellos refirió haber requerido hospitalización por diagnóstico de intoxicación por organofosforado



hace 3 años, y el otro refirió haber sido manejado en observación hace 1 año con salida el mismo día, por diagnóstico de intoxicación con piretroide.

**Figura N° 22:** Distribución de antecedente de intoxicación por contacto con pesticidas

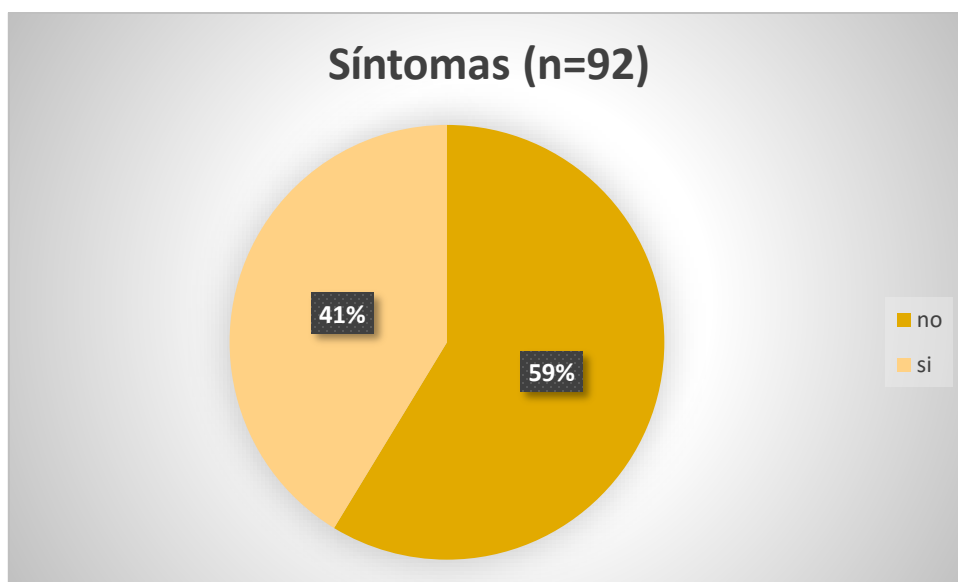


Fuente: Propia

Debido a que se desconocen otras variables relacionadas con la toxicidad de los productos utilizados, frecuencia y condiciones previas de exposición, no podríamos afirmar en este caso que las condiciones de trabajo son seguras.

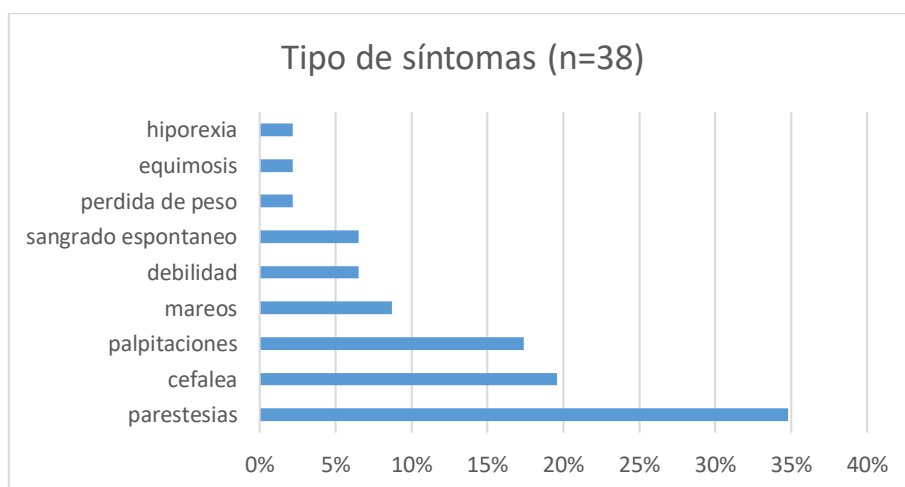
### 15.1.5 Síntomas

Después de realizada la revisión por sistemas a los 92 participantes, se encontró que la mayoría de participantes en un 59% (54 trabajadores) no reportaron ningún síntoma. Por otra parte el 41% (38 trabajadores) refirieron algún tipo de síntoma, así como lo muestra la siguiente figura:

**Figura N° 23.** Distribución de presencia de síntomas

Fuente: Propia

Dentro de las personas que si refirieron sintomatología, se encontraron como síntomas de mayor frecuencia las parestesias de miembros superiores (35%), cefalea (20%), palpitaciones (17%), mareos (9%), debilidad (7%), sangrado espontáneo (7%), pérdida de peso (2%), equimosis (2%), e hiporexia (2%), cabe resaltar que en algunos casos una sola persona refirió más de un síntoma.

**Figura N° 24:** Distribución de tipo de síntomas

Fuente: Propia

Si bien es cierto que los síntomas mencionados podrían corresponder con alteraciones hematológicas, no existe una correlación única, ya que dicha sintomatología también se podría presentar en otro tipo de enfermedades, de tal manera que los síntomas mencionados no se pueden asociar únicamente con alteraciones de las células sanguíneas, pero se exploran en este estudio por ser de nuestro interés.

### **15.1.6 Exámen físico**

Se realizó examen físico a los 92 participantes, encontrando hallazgos en el 17% (15 trabajadores). Tuvieron un exámen físico normal el 83% (76 trabajadores).

#### **15.1.6.1 Constantes fisiológicas**

##### **15.1.6.1.1 Peso, Talla, IMC.**

En cuanto al peso se encontró un promedio para hombres de 69,5, con desviación estándar de 10,9, mediana de 69,5, con un peso máximo de 109 y mínimo de 54. En el caso de las mujeres el promedio fue de 63,4, con desviación estándar de 12,4, mediana de 62, con un peso máximo de 93 y un mínimo de 45.

En relación a la talla, en los hombres se presentó un promedio de 170,4, con desviación estándar de 6,3, mediana de 170, valor máximo de talla en 190 y un mínimo en 157. Las mujeres presentaron un promedio de altura de 150,7, con desviación estándar de 5,6, mediana de 150; con un valor de altura máximo de 179 y un mínimo de 150.

En relación al índice de masa corporal (IMC), el promedio para hombres fue de 23,8, con desviación estándar 3,4, mediana de 24 valor máximo de 36 y un mínimo de 17. En el caso de las mujeres el promedio fue 24,3, desviación estándar de 4,7, mediana 24, máximo 35 y mínimo 17.

Con lo anterior se evidencia que en general se trata de una población que se encuentra dentro de los rangos de normalidad en cuanto al peso, ya que el promedio del índice de masa corporal tanto en hombres como en mujeres fue de 23 y 24 respectivamente.

**Tabla N° 30:** Peso, Talla, IMC.

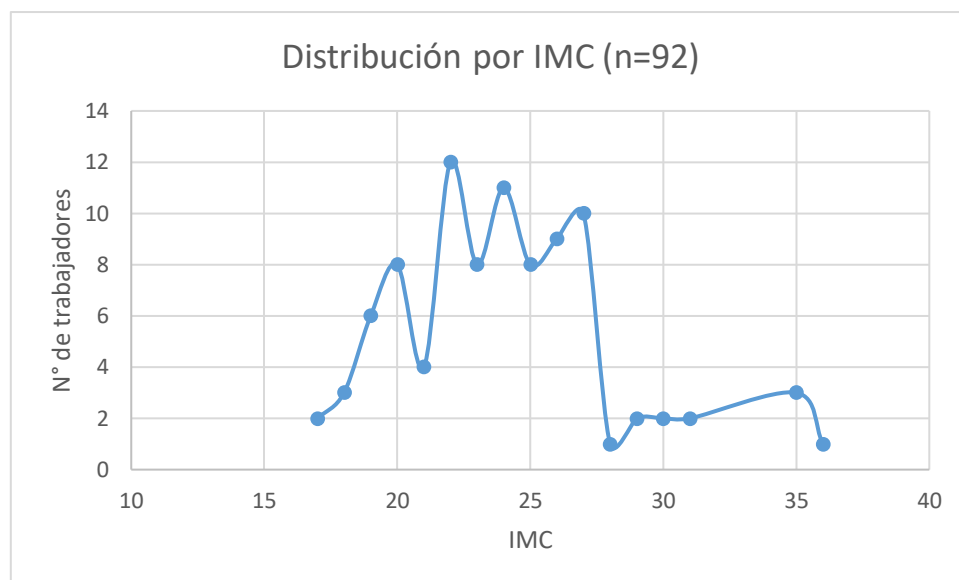
PESO	PROM	DESV EST	MEDIANA	MAX	MIN
Hombres	69,54	10,98	69,5	109	54
Mujeres	63,42	12,47	62	93	45
TALLA	PROM	DESV EST	MEDIANA	MAX	MIN
Hombres	170,45	6,34	170	190	157
Mujeres	150,78	5,61	150	179	150
IMC	PROM	DESV EST	MEDIANA	MAX	MIN
Hombres	23,82	3,50	24	36	17
Mujeres	24,36	4,70	24	35	17

Fuente: Propia

**Tabla N° 31:**Distribución por IMC

N°	IMC	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada	Clasificación
1	17	2	2	2%	2%	Bajo peso
2	18	3	5	3%	5%	Bajo peso
3	19	6	11	7%	12%	Normal
4	20	8	19	9%	21%	Normal
5	21	4	23	4%	25%	Normal
6	22	12	35	13%	38%	Normal
7	23	8	43	9%	47%	Normal
8	24	11	54	12%	59%	Normal
9	25	8	62	9%	67%	Sobrepeso
10	26	9	71	10%	77%	Sobrepeso
11	27	10	81	11%	88%	Sobrepeso
12	28	1	82	1%	89%	Sobrepeso
13	29	2	84	2%	91%	Sobrepeso
14	30	2	86	2%	93%	Obesidad
15	31	2	88	2%	96%	Obesidad
16	35	3	91	3%	99%	Obesidad
17	36	1	92	1%	100%	Obesidad

Fuente: Propia

**Figura N° 25:** Distribución por IMC

Fuente: Propia

Se observa que la mayor parte de la población estudiada presenta un índice de masa corporal dentro de los rangos de normalidad 54%, presentan sobrepeso el 33%, obesidad el 8% y bajo peso el 5%.

#### 15.1.6.1.2 Presión Arterial

En relación a la presión arterial se encontró en los hombres una presión sistólica (PAS) promedio de 111, con desviación estándar de 12,4, mediana de 110, con valor máximo de 150 y mínimo de 90. En cuanto a la presión diastólica (PAD), se encontró un promedio de 72, con desviación estándar de 9,1, mediana de 70, con un valor máximo de 100 y un mínimo de 60. En el caso de las mujeres, el promedio de presión sistólica fue de 110, con desviación estándar de 11,5, mediana de 110, con una máxima de 140 y una mínima de 90. El promedio de presión diastólica en el sexo femenino fue de 67,2, con una desviación estándar de 8,4, una mediana de 70, con valor máximo de 100 y un mínimo de 60.

**Tabla N° 32:** Presión arterial

PAS	PROM	DESV EST	MEDIANA	MAX	MIN
Hombres	111,61	12,47	110	150	90
Mujeres	110,28	11,58	110	140	90

PAD	PROM	DESV EST	MEDIANA	MAX	MIN
Hombres	72,5	9,19	70	100	60
Mujeres	67,22	8,49	70	100	60

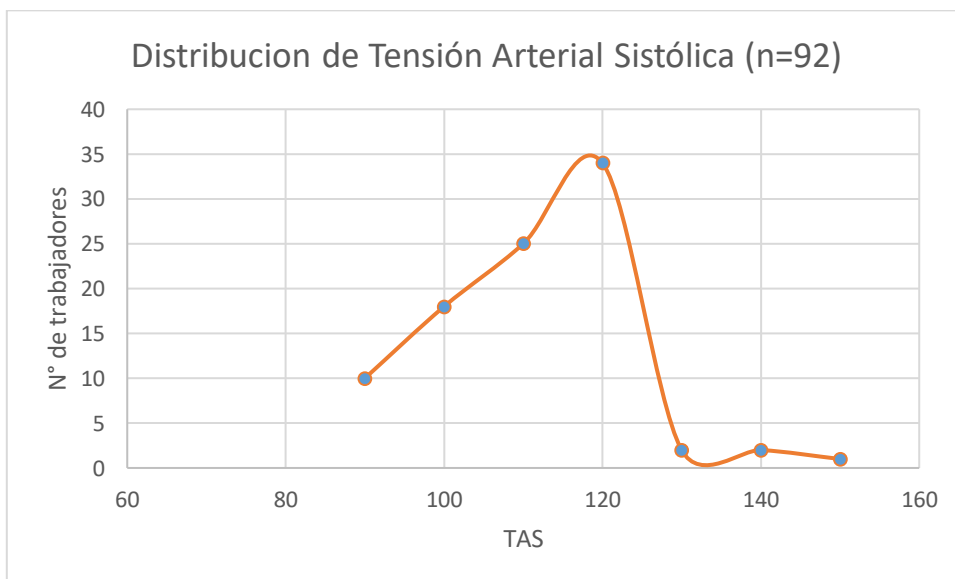
Fuente: Propia

**Tabla N° 33:** Distribución de tensión arterial sistólica

N°	clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	frecuencia relativa acumulada
1	90	10	10	11%	11%
2	100	18	28	20%	30%
3	110	25	53	27%	58%
4	120	34	87	37%	95%
5	130	2	89	2%	97%
6	140	2	91	2%	99%
7	150	1	92	1%	100%

Fuente: Propia

**Figura N° 26:** Distribución de tensión arterial sistólica



Fuente: Propia

Tal como se observa en las ilustraciones anteriores, la tensión arterial sistólica en la mayor parte de los trabajadores participantes (95%) se encontró dentro de los rangos de normalidad, sólo 5 personas (5%) presentaron la tensión arterial sistólica entre

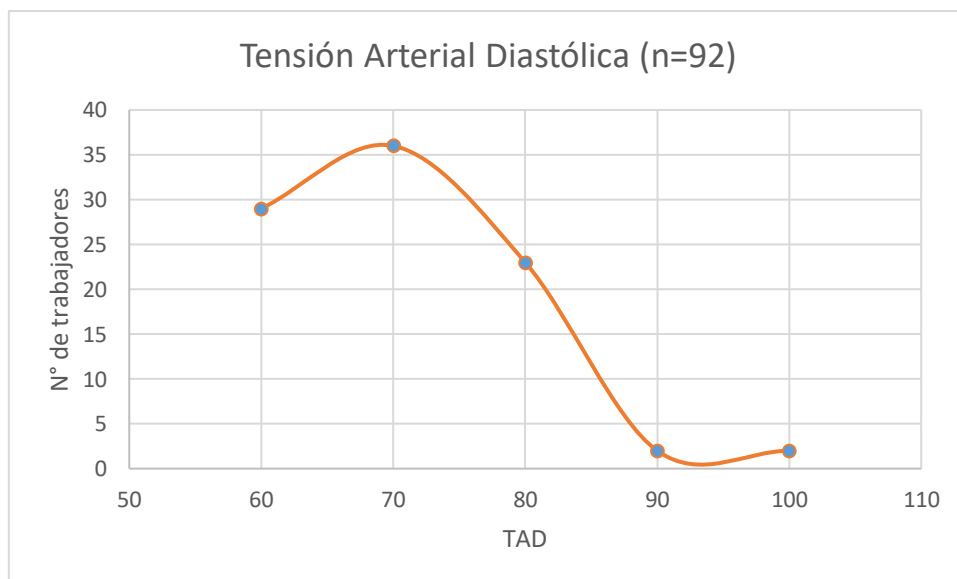
130 mm/hg y 150 mm/hg. Se resalta que algunos trabajadores refirieron antecedente de hipertensión arterial, pero al momento de la toma de esta se encontraba controlada por los medicamentos que venían tomando.

**Tabla N° 34:** Distribución de tensión arterial Diastólica

N°	TAD	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
1	60	29	29	32%	32%
2	70	36	65	39%	71%
3	80	23	88	25%	96%
4	90	2	90	2%	98%
5	100	2	92	2%	100%

Fuente: Propia

**Figura N° 27:** Distribución de tensión arterial Diastólica



Fuente: Propia

Para la presión arterial sistólica la mayor parte de las personas (96%) la tuvieron dentro de los rangos de la normalidad, solo 4 (4%) personas presentaron rangos de

90 a 100 mm/Hg. Por todo lo anterior se observa que en general es una población sana, sin alteraciones en la tensión arterial.

### 15.1.6.2 Exámen Cardiovascular

En cuanto a los hallazgos en el examen cardiovascular, la mayoría de los trabajadores se encontraba dentro de los límites de la normalidad, siendo un soplo el único marcador de anormalidad en este aspecto.

**Tabla N° 35:** Distribución por hallazgos en el Exámen cardiovascular (C-V)

Exámen C-V	NORMAL	ANORMAL
Cabeza y cuello	92	0
Inspección Torácica	92	0
Palpación y Percusión Torácica	92	0
Auscultación Pulmonar	92	0
Ritmo Cardíaco	92	0
Timbre de Ruidos Cardíacos	91	1
Edema en miembros inferiores	92	0

Fuente: Propia

### 15.1.6.3 Piel, mucosas y faneras

En esta parte del exámen físico se encontraron anormalidades en 12 de los 92 trabajadores, es decir el 13%.

Dentro de las 12 personas que presentaron anormalidades en esta parte del exámen físico, en cuanto a la coloración de la piel se documentó la presencia de ictericia en dos participantes y cuatro individuos presentaron palidez mucocutánea.



En la cavidad oral de tres individuos se encontró ausencia o atrofia de papilas en la lengua y en relación con las faneras, se observó uñas en vidrio de reloj en 3 de los participantes.

Cabe resaltar que estos hallazgos si bien pueden ser secundarios a algún tipo de alteración hematológica, no son patognomónicos de esta, pudiéndose presentar en múltiples enfermedades, sin embargo se indagaron por ser de interés en este estudio.

**Tabla N° 36:** Distribución por hallazgos en piel, mucosa y faneras

<b>Piel, mucosa y faneras</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Atrofia de papilas en lengua	3	25%
Ictericia	2	17%
Palidez	4	33%
Uñas en vidrio de reloj	3	25%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

#### 15.1.6.4 Sistema hematopoyético

Como hallazgo clínico sugerente de afectación del sistema hematopoyético se encontró adenomegalias en 5 de los 92 participantes del estudio, lo cual corresponde con el 5 %.

**Tabla N° 37:** Distribución por hallazgos en el Sistema hematopoyético

<b>Sistema hematopoyético</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>porcentajes</b>
¿Existe adenomegalia?	5	5%
¿Existe esplenomegalia?	0	0%
¿Existe hepatomegalia?	0	0%

Fuente: Propia

## 15.2 Análisis Bivariado

En el análisis bivariado se cruzaron cada uno de los 3 paraclínicos realizados (colinesterasa eritrocitaria, frotis de sangre periférica y cuadro hemático) que tuvieron resultados por fuera de los rangos de referencia, con cada una de las variables que se describieron en el análisis univariado anteriormente descrito.

### 15.2.1 Actividad de colinesterasa eritrocitaria

Para este estudio se tuvieron en cuenta los rangos de referencia dados por el laboratorio que tomó y procesó las muestras, el cual para su metodología (espectrofotometría cinética) reportó que los valores normales para la actividad de la colinesterasa eritrocitaria se encontraban entre 11188 a 15698 U/L.

El promedio de actividad de colinesterasa eritrocitaria de toda la población estudiada fue de 14089 U/L, con una moda de 13249 U/L, rangos entre 11076 U/L y 17451 U/L, con una desviación estándar de 1186,3 U/L y una mediana de 14061 U/L.

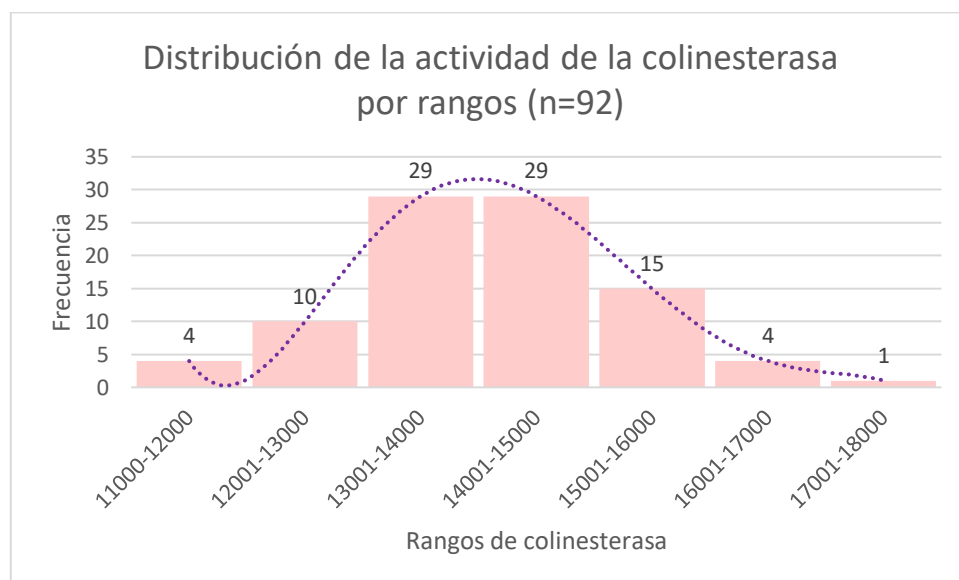
Se encontró que el promedio de actividad de colinesterasa en hombres fue de 13991 U/L, con una moda de 13249 U/L, rango entre 11076 U/L y 17451 U/L. En las mujeres se encontró un promedio un poco más alto de 14248 U/L, una moda de 14269 U/L con un rango entre 11287 U/L y 15481 U/L. Se aplicó la prueba t student y no hay diferencias significativas en la actividad de la colinesterasa entre el grupo de mujeres y el grupo de los hombres: Valor de t: 0.31, Valor de t crítico: 1.98, por lo cual no se rechazó la hipótesis nula ( $H_0: M_o = M_a$ ) ya que el valor de t es menor que el valor de t crítico. Lo cual concuerda con lo descrito por Maroni M. et al. (27), quien describe que este tipo de colinesterasa no presenta diferencias significativas en cuanto al sexo.

Mirando el comportamiento de este parámetro entre la población administrativa y operativa se observa que en la población administrativa el promedio de actividad de colinesterasa eritrocitaria fue de 14307 U/L con rangos entre 11287 U/L y 15481 U/L. Por su parte en la población operativa se encontró un poco más bajo este valor con un promedio de 13998 U/L, con rangos entre 11076 U/L y 17451 U/L, lo cual podría concordar con la literatura revisada, teniendo en cuenta que estos últimos trabajadores se encuentran en contacto directo con los pesticidas inhibidores de la colinesterasa. Sin embargo, la prueba t student no reporta diferencias significativas en la actividad de la colinesterasa entre el grupo operativo y el administrativo: Valor de t: 0.25, Valor de t crítico: 1.98, por lo cual no se rechazó la hipótesis nula ( $H_0: M_o = M_a$ ) ya que el valor de t es menor que el valor de t crítico.

Explorando un poco los resultados al interior del grupo, tampoco se encontraron diferencias significativas en el área operativa en la actividad de la colinesterasa de los auxiliares de producción y la actividad de la colinesterasa de los técnicos aplicadores, el valor de  $t$  fue de: 0.69, y el valor de  $t$  crítico fue de: 2.01, por lo cual no rechazo la hipótesis nula ( $H_0: M_o = M_a$ ) ya que el valor de  $t$  es menor que el valor de  $t$  crítico.

Se decidió aplicar solamente la prueba  $t$  en este paraclínico, teniendo en cuenta que es el único de los 3 exámenes que se utiliza en la actualidad para medir la exposición a pesticidas organofosforados y carbamatos, adicionalmente porque sus resultados se dan en variables numéricas, siendo factible contrastarlo contra variables cualitativas, como las que se analizaron en los párrafos anteriores.

**Figura N° 28** Distribución de la actividad de colinesterasa eritrocitaria por rangos



Fuente: Propia

**Tabla N° 38:** Variables estadísticas de actividad de colinesterasa eritrocitaria

Colinesterasa	Promedio	Moda	MIN	MAX
Población total	14089	13249	11076	17451
Hombres	13991	13249	11076	17451
Mujeres	14248	14269	11287	15481
Administrativos	14307	No existe	11287	15481
Operativos	13998	No existe	11076	17451

Fuente: Propia

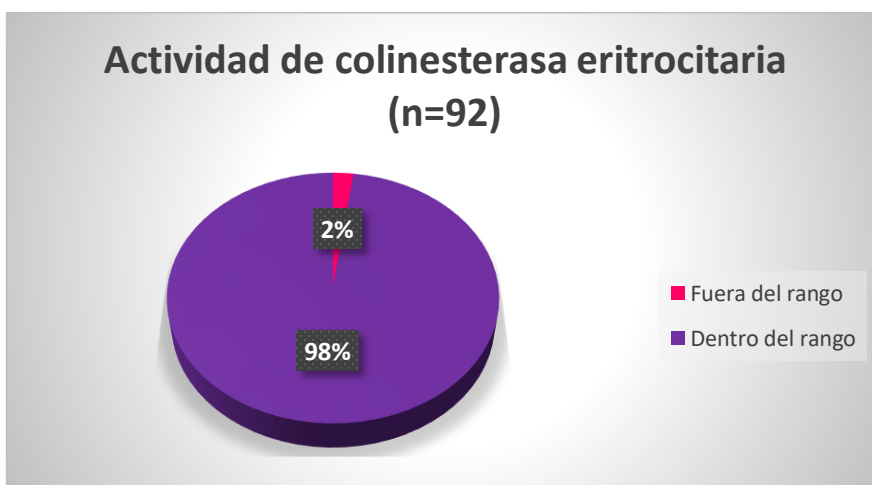
De los 92 trabajadores participantes, sólo dos de ellos presentaron actividad de colinesterasa eritrocitaria por fuera de los valores de referencia (11188-15698 U/L), como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla N° 39:** Distribución de la actividad de colinesterasa eritrocitaria fuera y dentro de los rangos

Actividad de colinesterasa eritrocitaria	Frecuencia	Porcentaje
Fuera del rango	2	2%
Dentro del rango	90	98%
Total	92	100%

Fuente: Propia

**Figura N° 29:** Actividad de colinesterasa eritrocitaria



Fuente: Propia

Los dos trabajadores con colinesterasas eritrocitarias por fuera del rango fueron hombres, ambos operarios de fumigación, con exposición directa a los pesticidas de interés y pertenecían a diferentes empresas. Uno de ellos presentó resultado de colinesterasa, por debajo del rango de referencia (11076 U/L) y el otro presentó un resultado por encima del rango de referencia (17451 U/L).

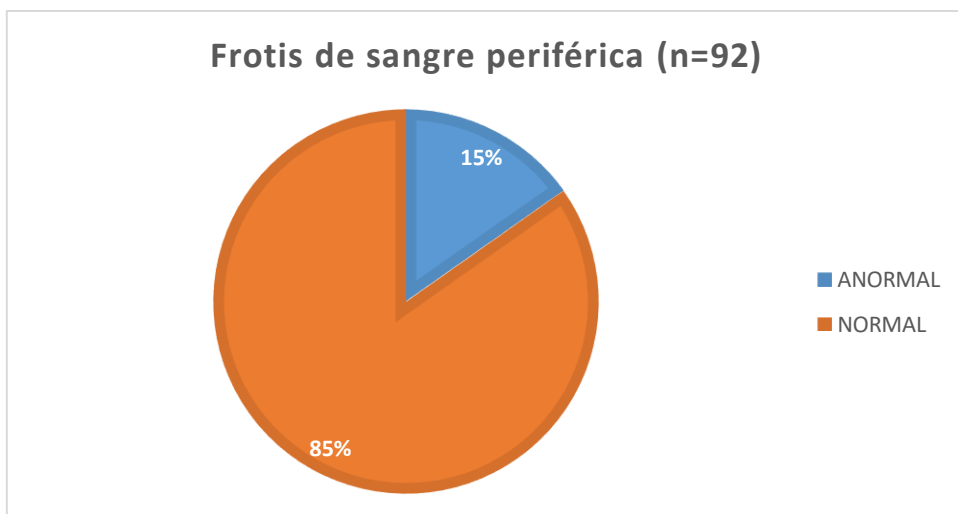
El trabajador con resultados por debajo del rango con 35 años de edad y 5 años de exposición directa a los pesticidas de interés, refirió exposición diaria de 4 horas,

utilizaba todos los elementos de protección personal, negó consumo de cigarrillo, negó consumo de alcohol, sin antecedentes patológicos, no tomaba ningún medicamento formulado, y ocasionalmente se autoformulaba dipirona. Negó antecedentes de intoxicación con pesticidas, a la revisión por sistemas refirió epistaxis espontaneas ocasionales, al examen físico se encontró en sobrepeso (IMC 26) y con palidez mucocutánea sin alteraciones del llenado capilar. El frotis de sangre periférica y el cuadro hemático reportaron parámetros dentro del rango establecido como normal.

El trabajador con resultados por encima del rango de colinesterasa, con 56 años de edad y con 8 años de exposición directa a los pesticidas de interés, refirió exposición directa diaria de 2 horas, utilizaba todos los elementos de protección personal, refirió consumo de 70 cigarrillos semanales desde hace 44 años hasta la actualidad (22 paquetes/año) lo cual se interpreta como fumador pesado, además consumo de alcohol (cerveza) semanal. Antecedente de HTA en tratamiento actual con losartan, no tomaba ningún medicamento autoformulado. Negó antecedentes de intoxicación con pesticidas y a la revisión por sistemas no refirió ningún síntoma. Al examen físico se encontró en sobrepeso (IMC 28), con atrofia de papilas en lengua y adenomegalia leve en cuello. El frotis de sangre periférica reporto una leucocitosis leve y el cuadro hemático reportó una poliglobulia a expensas de aumento de la concentración de hemoglobina, hematocrito, recuento de glóbulos rojos, y ancho de distribución eritrocitaria, también reporto leucocitosis.

### **15.2.2 Frotis de sangre periférica**

El frotis de sangre periférica (FSP) mostró algún tipo de anormalidad en el recuento o la morfología de las líneas celulares en un 15% de la población estudiada (14 personas). El 85% de los participantes tuvieron un examen completamente normal (78 personas), como se muestra en la figura número 30:

**Figura N° 30:** Frecuencia de alteraciones en el frotis de sangre periférica

Fuente: Propia

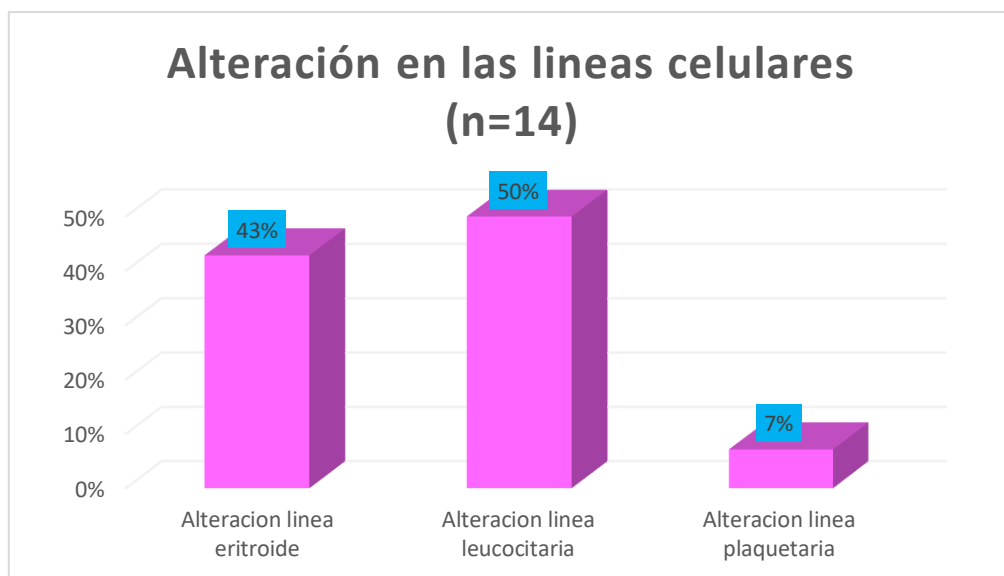
#### 15.2.2.1 Distribución de tipo de alteraciones en el frotis de sangre periférica

Como lo muestra la tabla número 40 y la figura número 31, dentro de los trabajadores que presentaron alteraciones en este paraclínico, la mayor proporción se encontró a nivel de la línea leucocitaria en 7 personas con un 50%, seguida de alteraciones en la línea eritroide 6 personas con un 43% y por último alteraciones en la línea plaquetaria en 1 persona con un 7%.

**Tabla N° 40:** Alteración de las líneas celulares del FSP

FSP	Línea Leucocitaria	Línea Eritroide	Línea Plaquetaria	Total
Anormal	7	6	1	14
Normal	85	86	91	78

Fuente: Propia

**Figura N° 31:** Alteración en las líneas celulares del FSP

Fuente: Propia

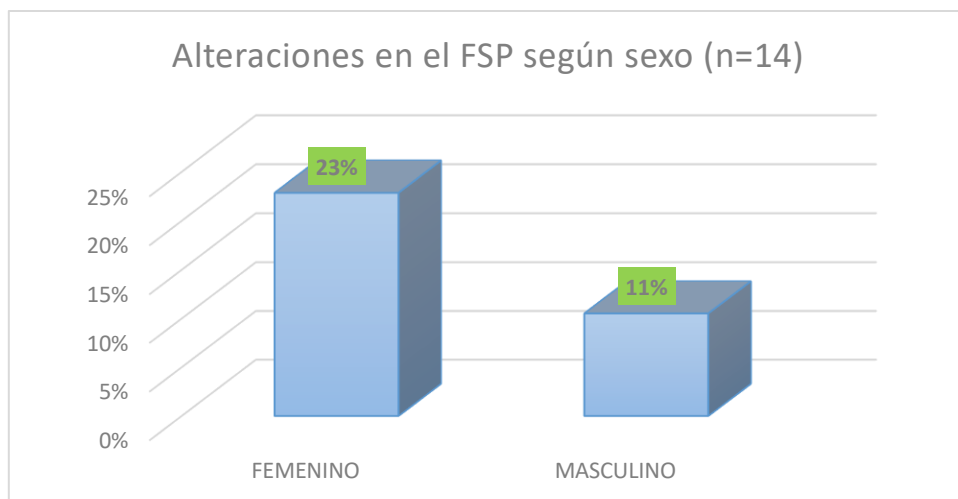
#### 15.2.2.2 Distribución de frotis de sangre periférica alterado según sexo

Al analizar el comportamiento de este parámetro, se encontró que 8 mujeres (23%) de las 35 mujeres en total que hacían parte de todo el grupo, y 6 hombres (11%) de los 57 hombres en total que participaron en el estudio, presentaron alteraciones a nivel del frotis de sangre periférica, por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en este paraclínico se encuentra en las mujeres, como lo muestra la tabla número 41 y figura número 32:

**Tabla N° 41:** Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según sexo

Sexo	Total de trabajadores	Trabajadores con FSP anormal
Femenino	35 (38%)	8 (23%)
Masculino	57 (62%)	6 (11%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 32:** Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según sexo

Fuente: Propia

Se aplicó la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, y se encontró que el sexo y la alteración del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp): 2,55, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3,84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

### 15.2 .2.3 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según área

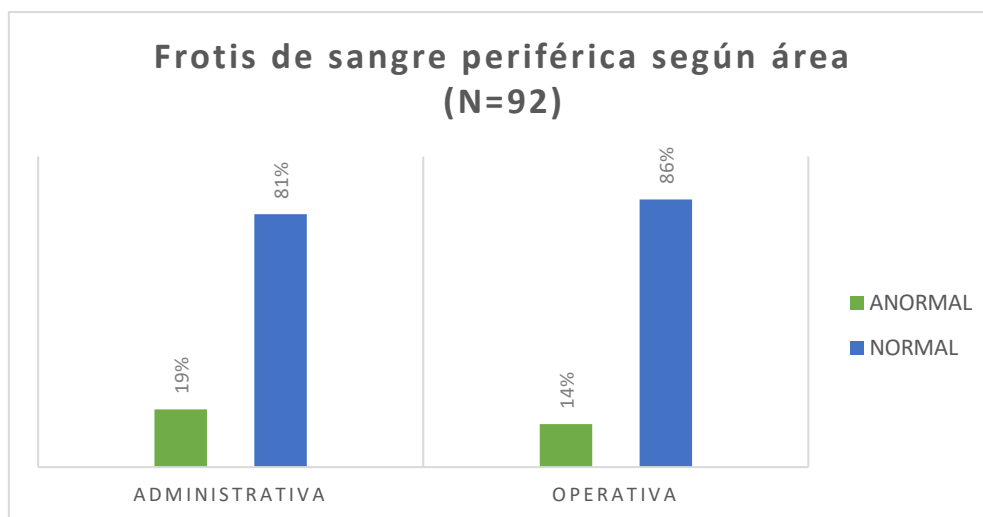
En la población estudiada se evidenció que el frotis de sangre periférica resultó ser anormal en 5 de los 27 trabajadores del área administrativa es decir el 19%, y 9 de los 65 trabajadores del área operativa, es decir el 14%, por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones a nivel del frotis de sangre periférica se encuentra en el área administrativa, como lo muestra la tabla número 42 y figura número 33.

**Tabla N° 42:** Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según área

Área	Total de trabajadores	FSP anormal
Administrativa	27 (29%)	5 (19%)
Operativa	65 (71%)	9 (14%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia



**Figura N° 33:** Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según área

Fuente: Propia

Se aplicó la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, y se encontró que el área y la alteración del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp): 0,32, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3,84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.2.4 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según sexo y área

Se evidencian frotis de sangre periférica anormales en 5 mujeres (28%) del área administrativa de las 18 mujeres en total de esta área y 3 mujeres del área operativa (18%) de las 17 mujeres en total de esta área. En los hombres no hay anormalidad del frotis de sangre periférica en los administrativos (0%) y hay alteraciones en 6 operativos (13%) de los 48 en total de esta área. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el frotis de sangre periférica se presenta en las mujeres del área administrativa, como se presenta en la tabla N° 43. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 43:** Distribución de alteraciones en el frotis de sangre periférica según sexo y área

Sexo	FSP anormal administrativos	Total administrativos	FSP anormal operativos	Total operativos	Total CH anormal
Femenino	5	18	3	17	8
Masculino	0	9	6	48	6
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>65</b>	<b>14</b>

Fuente: Propia

#### 15.2.2.5 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según rango de edad

El 22% de los mayores de 50 años (2 de los 9 trabajadores en este rango de edad) presentaron alteraciones a nivel del frotis de sangre periférica, seguidos de los trabajadores de 41 a 50 años con un 18% (3 de los 17 trabajadores entre estos rangos de edad), 15% en los trabajadores de 31 a 40 años (4 de los 26 trabajadores que tenían edad entre este rango), y 13 % en los trabajadores con edades entre 18 a 30 años (5 de 40). Por lo anterior se observa que la mayor proporción de alteraciones en el FSP se encuentra en los mayores de 50 años. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la leucocitosis y trombocitopenia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 44:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica por rango de edad

Rango de edad	Total de trabajadores	FSP anormal
18-30	40 (43%)	5 (13%)
31-40	26 (28%)	4 (15%)
41-50	17 (18%)	3 (18%)
Mayores de 50	9 (10%)	2 (22%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

Se aplicó la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, y se encontró que los rangos de edad y la alteración del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):0,64, Valor de ji-

cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 7,81, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.2.6 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según cargo

La tabla número 45 que se presenta a continuación, muestra la frecuencia de trabajadores que presentaron alteraciones del frotis de sangre periférica, según el cargo que desempeñan. Se encontró que el 100% de las personas que desempeñaban cargos como: jefe financiera y de recursos humanos, auxiliar logística, auxiliar contable y coordinadora comercial, presentaron valores del FSP alterados.

Por su parte el 50 % de las coordinadoras HSEQ (es decir 1 de las 2 trabajadoras en este oficio), 20% de los auxiliares de producción (es decir 3 de los 15 trabajadores en este oficio), 17% de los técnicos aplicadores (es decir 5 de los 30 trabajadores en este oficio), y 13% de los auxiliares de bodega (es decir 1 de los 8 trabajadores en este oficio), también presentaron alteraciones en el resultado del FSP.

Se evidencia que en el área operativa la mayor proporción de alteraciones en este paraclínico, se encuentra a nivel de los auxiliares de producción, seguido de los técnicos aplicadores. Llama la atención el comportamiento de este parámetro en los trabajadores del área administrativa.

**Tabla N° 45:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica por cargo

Cargo	Total de trabajadores por cargo	% Total de trabajadores por cargo	FSP anormal	% FSP anormal
Auxiliar de producción	15	15%	3	20%
Técnico aplicador	30	33%	5	17%
Auxiliar de bodega	8	9%	1	13%
Gerente general	3	3%	0	0%
Supervisor	4	4%	0	0%
Ejecutivo de cuenta	5	5%	0	0%
Jefe financiero y de recursos humanos	1	1%	1	100%
Jefe de bodega	2	2%	0	0%
Conductor	4	4%	0	0%
Recepcionista	1	1%	0	0%
Jefe de operaciones	1	1%	0	0%

Auxiliar administrativa	1	1%	0	0%
Practicante administrativa	1	1%	0	0%
Auxiliar logística	1	1%	1	100%
Auxiliar contable	1	1%	1	100%
Coordinador de servicios	2	2%	0	0%
Coordinadora HSEQ	2	2%	1	50%
Coordinadora comercial	1	1%	1	100%
Auxiliar de archivo	1	1%	0	0%
Auxiliar de almacén	1	1%	0	0%
Inspector de calidad	1	1%	0	0%
Coordinador logístico	1	1%	0	0%
Directora técnica	1	1%	0	0%
Coordinador operacional	1	1%	0	0%
Auxiliar de servicios generales	1	1%	0	0%
Asistente de gerencia	1	1%	0	0%
Mensajero	1	1%	0	0%
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>	<b>15%</b>

Fuente: Propia

#### 15.2.2.7 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según tiempo de exposición a los pesticidas

En cuanto a anormalidad del FSP según el tiempo de exposición a los pesticidas de interés, en la tabla número 46 se muestra que el 18% llevaba menos de un año, y el 15% llevaba de 1 a 10 años de exposición. Los trabajadores con más de 10 años de exposición, no tuvieron alteración alguna de este paraclínico. Lo anterior muestra que la mayor proporción de alteraciones en el frotis de sangre periférica la tuvieron los trabajadores que llevaban menos de 1 año de exposición a los pesticidas de interés, contrario al comportamiento que se esperaría, en donde a mayor tiempo de exposición, mayor frecuencia de alteraciones en los paraclínicos estudiados. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 46:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica por rango de tiempo de exposición a estos.

Tiempo de exposición	Total de trabajadores	FSP anormal
1-10 años	63 (68%)	10 (15%)
Más de 10 años	7 (8%)	0 (0%)
Menor a 1 año	22 (24%)	4 (18%)

<b>Total</b>	<b>90 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>
--------------	------------------	-----------------

Fuente: Propia

Al aplicar la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el tiempo de exposición y la alteración del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):0,19, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 5,99, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.2.8 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según horas de contacto al día con los pesticidas

El 40% de los trabajadores con exposición menor a una hora a los pesticidas de interés, presentaron alteraciones del FSP, seguido de los que se exponen de 6 a 9 horas con un 15% y los que se exponen de 1 a 5 horas con un 11%. Por lo anterior se observa que en el grupo estudiado la mayor proporción de alteraciones a nivel del FSP se encuentra en los trabajadores con exposición diaria de menos de una hora, contrario a lo que podría esperarse. Este comportamiento se presenta en la tabla número 47. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 47:** Distribución de anomalía del frotis de sangre periférica y horas de contacto al día con los pesticidas

<b>Horas de contacto al día con los pesticidas</b>	<b>Total de trabajadores</b>	<b>FSP anormal</b>
1-5 horas	56 (61%)	6 (11%)
6-9 horas	26 (28%)	4 (15%)
menor a 1 hora	10 (11%)	4 (40%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que las horas de contacto al día con los pesticidas y las alteraciones del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental

( $\chi^2$  exp):3,69, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 5,99, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.2.9 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según uso de elementos de protección personal

El 40 % de los trabajadores que indicaron no utilizar ningún elemento de protección personal EPP (es decir 4 de 10), tuvieron un frotis de sangre periférico anormal. Por su parte el 12% es decir 10 de 82 trabajadores que refirieron utilizar EPP, presentaron alteraciones a nivel de este paraclínico. En este caso llama la atención que la mayor proporción de alteraciones a nivel del FSP se encuentra en los trabajadores que no utilizan EPP. El uso de los EPP mitiga la exposición al toxico y la posible aparición de alteraciones en salud, pero en este caso no es posible afirmar del todo que la mayor proporción de alteraciones en el FSP la presenten los trabajadores porque no utilizan EPP, ya que no se pudieron identificar todas las variables de estudio. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 48:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y uso de EPP

Uso de EPP	Total de trabajadores	FSP anormal
No	10 (11%)	4 (40%)
Si	82 (89%)	10 (12%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el uso de elementos de protección personal (EPP) y las alteraciones del FSP son parámetros dependientes (hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):5,31, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3,84, por lo cual se rechaza la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es mayor que el valor de  $\chi^2$  crítico. OR=4.8, lo cual indica que los trabajadores que no usan EPP tienen mayor riesgo de presentar alteraciones en el FSP.

#### 15.2.2.10 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de cigarrillo

La tabla número 49 muestra que el 15% de los trabajadores que indicaron no consumo cigarrillo, es decir 9 de 55, y el 14% de los trabajadores que si tenían antecedentes de consumo de cigarrillo, es decir 5 de 37, tuvieron alteraciones del FSP. Por lo cual la mayor proporción de alteraciones a nivel del FSP se encontró a nivel de los trabajadores que no consumían cigarrillo, comportamiento contrario a los esperado, si se tiene en cuenta que el cigarrillo es un potente toxico para el sistema hematopoyético. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 49:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de cigarrillo

Consumo de cigarrillo	Total de trabajadores	FSP anormal
No	55 (60%)	9 (15%)
Si	37 (40%)	5 (14%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

#### 15.2.2.11 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de alcohol

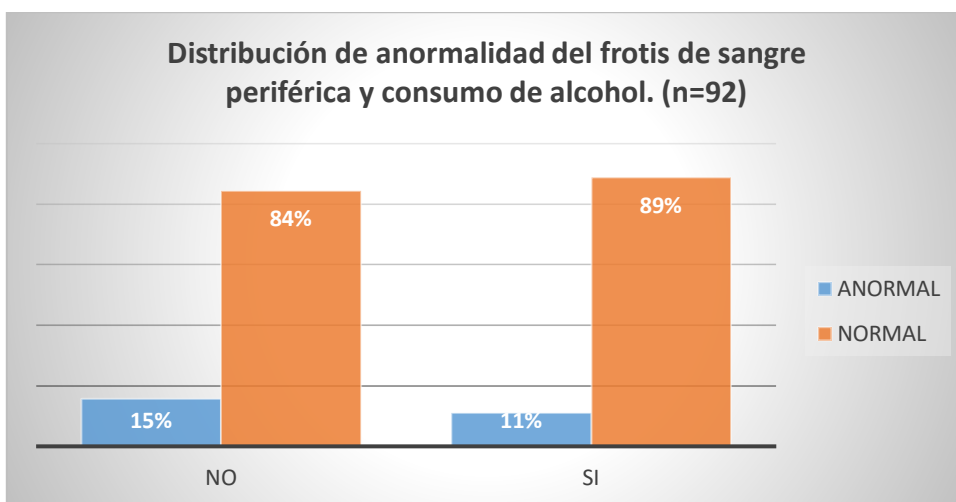
13 de los 83 trabajadores (15%) que no consumían alcohol mínimo una vez a la semana, y 1 de los 9 trabajadores que refirieron consumo de alcohol mínimo semanal (11%) presentaron alteraciones del FSP. Se encuentra entonces que la mayor proporción de alteraciones en este paraclínico, la tuvieron los trabajadores que no consumían alcohol con frecuencia mínima de una vez a la semana. Igual que en el caso anterior se evidencia un comportamiento contrario a lo esperado, teniendo en cuenta que el consumo de alcohol puede causar daño a las células del sistema hematológico. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 50:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de alcohol

Consumo de alcohol	Total de trabajadores	FSP anormal
No	83 (90%)	13 (15%)
Si	9 (10%)	1 (11%)

<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>
--------------	------------------	-----------------

Fuente: Propia

**Figura N° 34:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de alcohol.

Fuente: Propia

#### 15.2.2.12 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según antecedentes patológicos

El 21% de los trabajadores (es decir 6 de los 10 en total) que refirieron algún antecedente patológico, tuvieron alteraciones en el FSP. El 13% de las personas (es decir 8 de los 63 en total) que no tuvieron ningún antecedente patológico, tuvieron alteraciones del FSP. Por lo anterior la mayor proporción de alteraciones a nivel del FSP se encontró en los trabajadores que tuvieron o tienen alguna enfermedad. En cuanto a las enfermedades con más frecuencia dentro de los trabajadores que tuvieron alteraciones del frotis, se encuentra la HTA en 3 personas, seguida de patología endocrina en una persona (hipotiroidismo), gástrica (gastritis) en una persona y osteomuscular (escoliosis) en una persona, así como lo muestran las tablas 51 y 52. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia y leucopenia (ver ANEXO A).



**Tabla N° 51:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y antecedentes patológicos.

Antecedentes patológicos	Total de trabajadores	FSP anormal
No	63 (68%)	8 (13%)
Si	29 (32%)	6 (21%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

**Tabla N° 52:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de patología.

Tipo de patología	Frecuencia
Endocrina	1
Gástrica	1
HTA	3
Osteomuscular	1
<b>Total</b>	<b>6</b>

Fuente: Propia

Estas patologías pueden causar alteraciones a nivel del sistema hematológico, en especial las de origen crónico ya que se deben tratar con medicamentos para su control, lo cuales en la mayoría de los casos son hematotóxicos por su uso prolongado. Teniendo en cuenta que este estudio mostró que la mayor proporción de alteraciones en el FSP la tienen los trabajadores con algún antecedente patológico, sería un resultado de esperarse por las razones expuestas.

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que los antecedentes patológicos y las alteraciones del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):0,99, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3,84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### **15.2.2.13 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de medicamentos formulados**

Como se muestra en la tabla número 53 y figura número 35, 5 de los 25 trabajadores en total que indicaron tomar medicamentos formulados, es decir el 20%, tuvieron

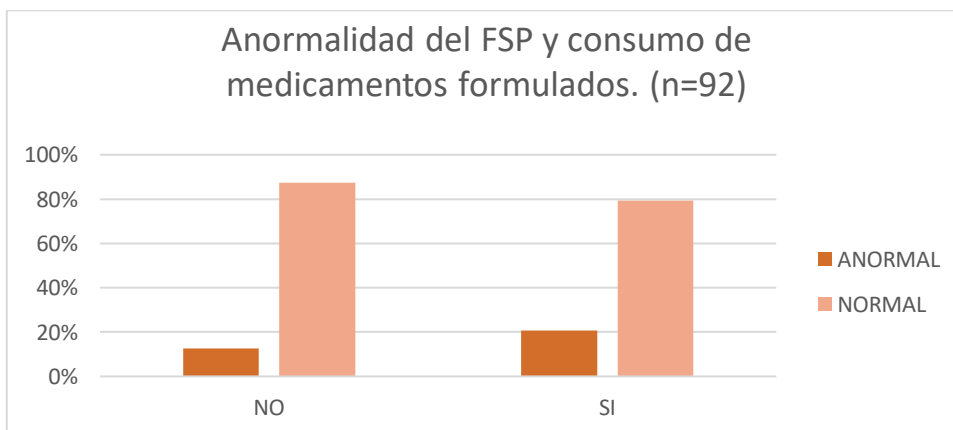
alteraciones a nivel de FSP. Sólo 9 personas de los 67 en total que no tomaban medicamentos formulados, es decir el 13%, tuvieron FSP anormales. Dentro de los medicamentos formulados que consumen las personas con alteraciones del FSP, se encontraron en igual frecuencia: Enalapril, levotiroxina, ketotifeno, losartan y omeprazol. Por lo anterior la mayor proporción de alteraciones en este paraclínico se da en los trabajadores que si consumen medicamentos formulados. Comportamiento esperado ya que medicamentos como el omeprazol, al aumentar el PH gástrico, disminuye la absorción de vitamina B12, produciendo anemias de tipo megaloblástico, el uso crónico de enalapril puede causar en cuadros de neutropenia-esosinofilia, y los medicamentos tiroideos como la levotiroxina se asocian a casos de leucopenia. Las alteraciones presentadas en este grupo de mayor a menor frecuencia fueron la leucocitosis, leucopenia, microcitosis, poliglobulia y trombocitopenia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 53:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de medicamentos formulados.

Consumo de medicamentos formulados	Total de trabajadores	FSP anormal
No	67 (73%)	9 (13%)
Si	25 (27%)	5 (20%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 35:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y consumo de medicamentos formulados.



Fuente: Propia

**Tabla N° 54:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de medicamentos formulados.

Tipo de medicamento	Frecuencia
Enalapril	1
Levotiroxina	1
Ketotifeno	1
Losartan	1
Omeprazol	1
<b>Total</b>	<b>5</b>

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el consumo de medicamentos formulados y las alteraciones del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):0,61, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3,84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.2.14 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según consumo de medicamentos autoformulados

El 19 % de las personas que indicaron que no se autoformulaban (9 de los 47 trabajadores en total) y el 11% de los que refirieron autoformulación (5 de 45 en total), presentaron alteraciones del FSP. Se observa que la mayor proporción de alteraciones en el FSP, se encuentra en las personas que no se autoformulan. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia y leucocitosis (ver ANEXO A).

**Tabla N° 55:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y medicamentos auto formulados

Autoformulación	Total de trabajadores	FSP anormal
No	47 (51%)	9 (19%)
Si	45 (49%)	5 (11%)
<b>Total general</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

### 15.2.2.15 Distribución de frotis de sangre periférica alterado según antecedente de intoxicación con pesticidas

Sólo uno de los trabajadores de los dos que tuvieron antecedentes de intoxicación con pesticidas, tuvo alteraciones del FSP. Por su parte se encontró alteración de este paraclínico en 13 de los trabajadores que no tenían antecedentes de intoxicación con pesticidas. Lo anterior indica que la mayor proporción de alteraciones del FSP, se encuentra en los trabajadores que tuvieron antecedente de intoxicación con pesticidas, como se muestra en la tabla número 56. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A).

**Tabla N° 56:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y antecedente de intoxicación con pesticidas

Intoxicación con pesticidas	Total de trabajadores	FSP anormal
No	90	13
Si	2	1
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>14</b>

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el antecedente de intoxicación con pesticidas y las alteraciones del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):1,9, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3,84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

### 15.2.2.16 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según sintomatología

En cuanto a la sintomatología reportada por los trabajadores, se evidencia que el 18 % (es decir 7 de los 38 trabajadores en total) que indicaron presencia de síntomas, presentaron alteraciones del FSP. 13% de los trabajadores que no indicaron síntomas (es decir 7 de los 54 en total) presentaron alteraciones de este paraclínico, se observa que la mayor proporción de alteraciones en el FSP se da en los trabajadores que si presentan sintomatología. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la poliglobulia (ver ANEXO A). En cuanto a la sintomatología presentada en los trabajadores que tuvieron alteraciones del frotis se

encuentra: palpitations en 2 personas, parestesias en 2 personas, cefalea y debilidad en una persona, hematomas en una persona y pérdida de peso en una persona.

**Tabla N° 57:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y síntomas

Síntomas	Total de trabajadores	FSP anormal
No	54 (59%)	7 (13%)
Si	38 (41%)	7 (18%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

**Tabla N° 58:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de síntomas

Tipo de síntomas	Frecuencia
Cefalea y debilidad	1
Hematomas	1
Palpitaciones	2
Parestesias	2
Pérdida de peso	1
<b>Total</b>	<b>7</b>

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que la presencia de síntomas y las alteraciones del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):0.5, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### **15.2.2.17 Distribución de Frotis de sangre periférica alterado según hallazgos al examen físico**

El 19% de los trabajadores que tuvieron algún hallazgo al examen físico (3 de los 15 en total), y el 15% de los que no tuvieron ningún hallazgo al examen físico (11 de 76 en total) tuvieron alguna alteración del FSP. Se observa que la mayor proporción de las alteraciones del frotis se presenta en las personas con algún hallazgo positivo al examen físico. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue la leucocitosis (ver ANEXO A). En las personas con FSP anormal se encontró 1 persona

con adenomegalia, 1 persona con atrofia de papilas en lengua y una persona que tenía atrofia de papilas en lengua y adenomegalia, como lo muestran las siguientes tablas:

**Tabla N° 59:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y hallazgos al examen físico

Hallazgos al examen físico	Total de trabajadores	FSP anormal
No	76 (83%)	11 (14%)
Si	15 (17%)	3 (19%)
<b>Total general</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>14 (15%)</b>

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que la presencia de hallazgos al examen físico y las alteraciones del FSP son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp): 0.29, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

**Tabla N° 60:** Distribución de anormalidad del frotis de sangre periférica y tipo de hallazgos al examen físico

Examen físico	Frecuencia
Adenomegalia	1
Atrofia de papilas en lengua	1
Atrofia de papilas en lengua, adenomegalia	1
<b>Total</b>	<b>3</b>

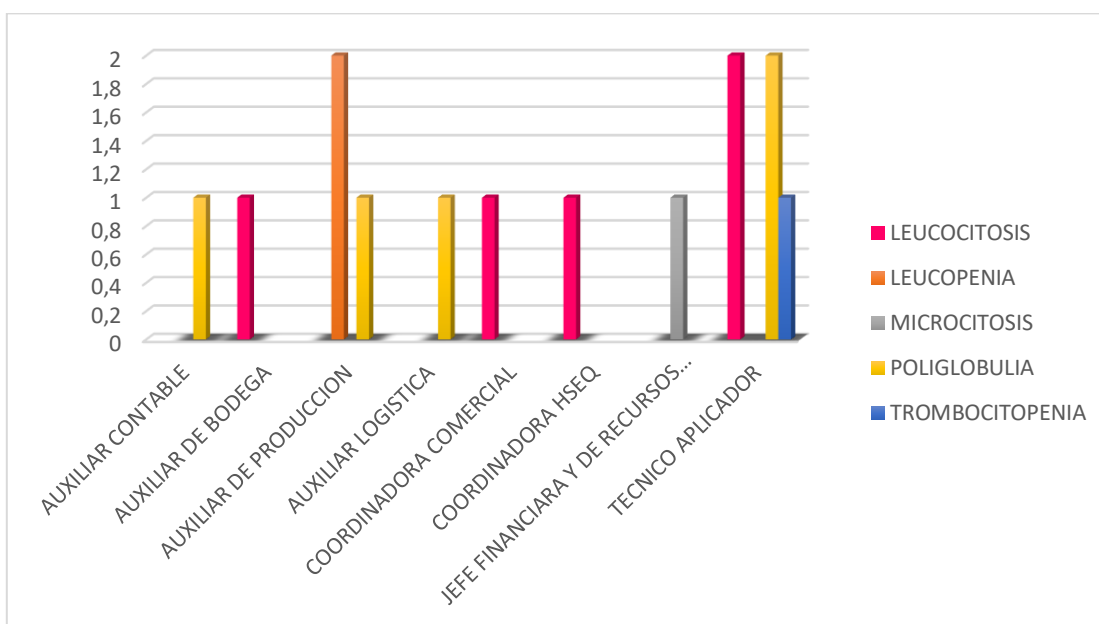
Fuente: Propia

#### 15.2.2.18 Distribución de alteración en las líneas celulares del FSP según cargo

Dentro de los trabajadores que presentaron alteraciones en el FSP, se encontró un 50% en la línea leucocitaria (7 trabajadores), de los cuales 2 presentaron leve leucopenia (los 2 se desempeñaban como auxiliares de producción) y 5 presentaron

leucocitosis (1 era auxiliar de bodega, 1 coordinadora HSEQ, 1 coordinadora comercial y 2 técnicos aplicadores), todos con morfología normal. En la línea eritroide se encontró anomalía en el 43% (6 trabajadores), de los cuales 5 (2 administrativos y 3 operativos) presentaron aumento en el número con normalidad en la morfología, y sólo una persona que pertenecía al área administrativa presentó glóbulos rojos microcíticos (+) – normocrómicos. En la línea plaquetaria sólo 1 persona tuvo una disminución en el recuento con morfología normal, esta persona pertenecía al área operativa como técnico aplicador. La figura número 36 muestra lo descrito.

**Figura N° 36:** Distribución de alteraciones del frotis de sangre periférica y cargo. (n=14)



Fuente: Propia

### 15.2.3 Cuadro hemático

En cuanto a los parámetros del cuadro hemático se dividió la línea roja por sexo ya que fisiológicamente existe diferencia en cuanto los rangos de normalidad establecidos, se encontró lo siguiente:

**Tabla N° 61:** Parámetros normales de la línea roja del cuadro hemático en hombres - mujeres y variables estadísticas.

	Línea roja en mujeres					Línea roja en hombres				
	Valores Normales	Promedio	Moda	Mínimo	Máximo	Valores Normales	Promedio	Moda	Mínimo	Máximo
Hb g/dL	12,5 - 15,5	14,1	14,9	11,3	15,1	14,5 - 17,5	15,02	15,1	14	18,9
Hto %	35 - 46,5	43,4	41,6	36,8	47,7	42 - 52	48,5	47,2	42,2	58,7
GR mill/uL	3,9 - 4,9	4,8	5,02	4,21	5,35	4,5 - 6	5,3	5,34	4,7	6,48
VCM fl	82 - 98	90,1	91,1	81,1	98,4	82 - 98	90,08	92,8	82,5	100
HCM pg	27 - 33	29,3	29,3	25,2	32,5	27 - 33	29,7	30	25,9	33,8
CHCM g/dL	32 - 36	32,54	32,1	30,8	34,9	32 - 36	33	33,1	30,9	34,4
RDW %	11,6 - 15,5	13,3	12,7	12,2	15,4	11,6 - 15,5	13,3	13,7	11,4	17,6

Fuente: Propia

\*\*Hemoglobina (Hb), Hematocrito (Hto), glóbulos rojos (GR), Volumen corpuscular medio (VCM), Hemoglobina corpuscular media (HCM), Concentración de la hemoglobina corpuscular media (CHCM), Ancho de distribución eritrocitaria (RDW).

\*\* g/dL (gramos por decilitro), mill/uL (millones por microlitro), fl (femtolitros), pg (picogramos).

Para la línea blanca y plaquetas se analizaron los resultados tanto para hombres como para mujeres, ya que no hay diferencias fisiológicas en cuanto a la concentración o el recuento de estas células sanguíneas, se evidenció lo siguiente:

**Tabla N° 62:** Parámetros normales de la línea blanca - plaquetas del cuadro hemático y variables estadísticas.

	Línea blanca y Plaquetas				
	Valores Normales	Promedio	Moda	Mínimo	Máximo
GB 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	4,5 - 10	7,09	7,1	3,7	11,5
N %	45 - 74	57	67,7	38,7	71,7
L %	15 - 45	32,1	33,5	17,2	50,9
M %	3 - 10	5,7	5,6	2,9	10
E %	0 - 7	2,6	1,4	0,3	7,2
B %	0 - 2	0,5	0,6	1,1	0,1



Plaquetas 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	150 - 500	272	253	148	453
---	-----------	-----	-----	-----	-----

Fuente: Propia

\*\* Glóbulos blancos (GB), Neutrófilos (N), Linfocitos (L), Monocitos (M), Eosinófilos (E), Basófilos (B).

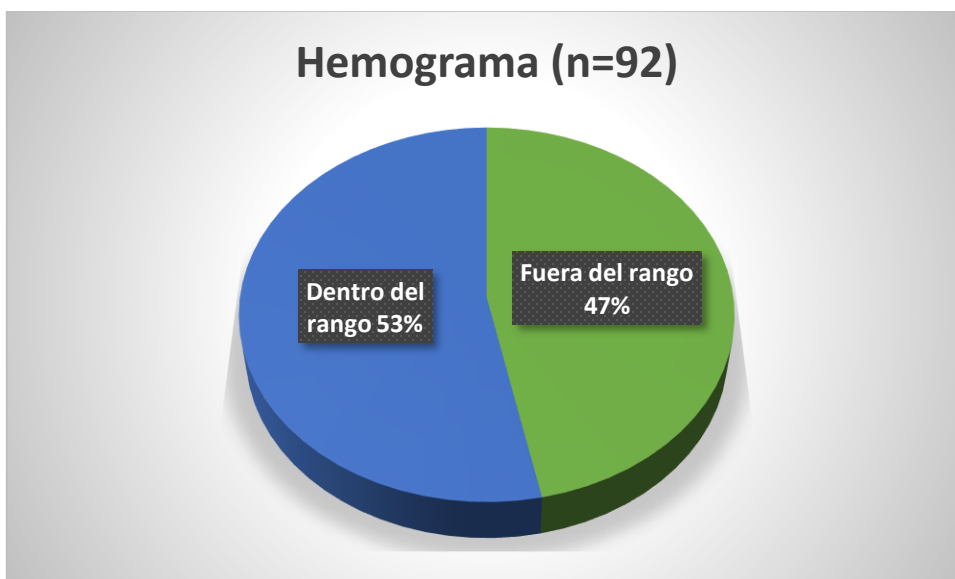
En los 92 trabajadores participantes se encontró que el 47%, es decir 43 personas presentaron algún parámetro hematológico por fuera del rango establecido como normal. Por otra parte 49 personas (53%) de la población, no presento ningún parámetro hematológico por fuera del rango de referencia. La tabla número 63 y figura número 37 muestran, la frecuencia de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático.

**Tabla N° 63:** Distribución del resultado del cuadro hemático

Hemograma	Frecuencia	Porcentaje
Por fuera del rango	43	47%
Dentro del rango	49	53%
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 37:** Distribución del resultado del cuadro hemático



Fuente: Propia

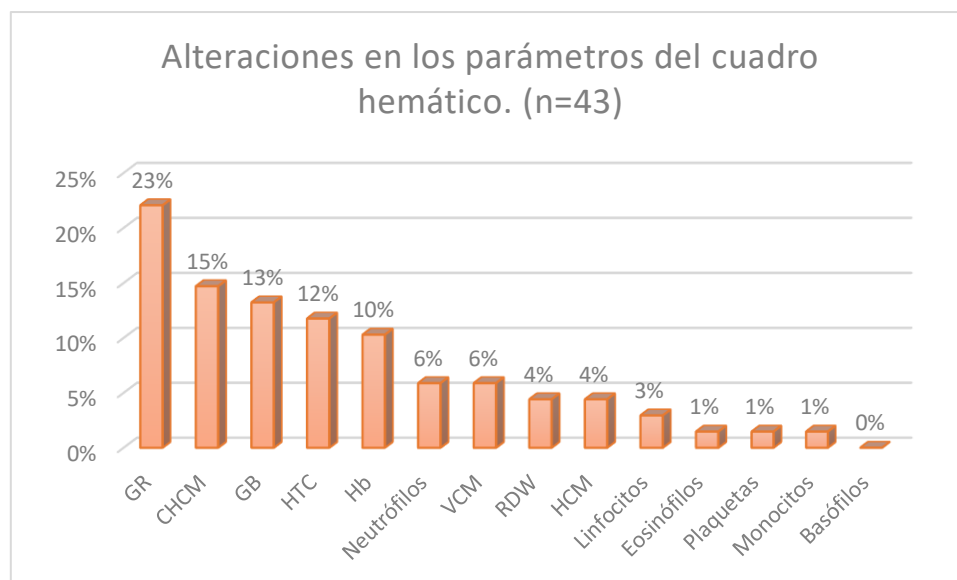
### 15.2.3.1 Distribución de Cuadro hemático por fuera del rango y tipo de alteración

En cuanto a la frecuencia de alteraciones en cada uno de los parámetros del cuadro hemático dentro de las personas que presentaron valores por fuera del rango establecido por el laboratorio (47%), se encuentra que la mayor parte de estas están a nivel de los glóbulos rojos (23%), seguido de alteraciones a nivel de la concentración de la hemoglobina corpuscular media (15%), seguida de alteraciones a nivel de glóbulos blancos (13%), Hematocrito (12%), Hemoglobina (10%), Neutrófilos (6%), Volumen corpuscular medio (6%), ancho de distribución eritrocitaria (4%) y hemoglobina corpuscular media (4%). El resto de parámetros hematológicos muestran porcentajes menores al 4%, y algunas alteraciones no se presentaron. La tabla 64 y figura 38 muestran este comportamiento:

**Tabla N° 64:** Distribución de alteraciones en los parámetros del cuadro hemático

Alteración en los parámetros del CH	Frecuencia	Porcentaje
GR	15	22%
CHCM	10	15%
GB	9	13%
Hto	8	12%
Hb	7	10%
Neutrófilos	4	6%
VCM	4	6%
RDW	3	4%
HCM	3	4%
Linfocitos	2	3%
Eosinófilos	1	1%
Plaquetas	1	1%
Monocitos	1	1%
Basófilos	0	0%
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 38:** Distribución de alteraciones en los parámetros del cuadro hemático

Fuente: Propia

Con relación al tipo de alteraciones como tal, que se presenta en la tabla número 65, se evidencia que el recuento de glóbulos rojos (GR) por encima del rango (+), es el que más frecuencia presenta, con un porcentaje de 23 %. Le sigue la Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) con recuento por debajo del rango (-) con un porcentaje de 15%. El recuento de glóbulos blancos (GB) por encima del rango (+), presenta una frecuencia de 12% al igual que el hematocrito (Hto) por encima del rango (+). El recuento de neutrófilos (N) por debajo del rango (-) y la hemoglobina (Hb) por encima del rango (+), presentan un porcentaje de 6%. A su vez la Hb por debajo del rango (-) presenta un porcentaje de 4%. El volumen corpuscular medio (VCM) por encima (+) y por debajo del rango (-), el ancho de distribución eritrocitaria (RDW) por encima del rango (+), la hemoglobina corpuscular media (HCM) por debajo del rango (-) y el recuento de linfocitos (L) por encima del rango (+), presentan un porcentaje del 3%. El recuento de eosinófilos (E) y hemoglobina corpuscular media (HCM) por encima del rango (+), glóbulos blancos (GB), monocitos (M), plaquetas (PLAQ) y ancho de distribución eritrocitaria (RDW) por debajo del rango (-) presentaron un porcentaje de 1%. Por su parte algunos parámetros del cuadro hemático no tuvieron valores por fuera de los rangos de referencia, con un porcentaje de 0% como: Hematocrito (Hto) por debajo del rango (-), Glóbulos rojos

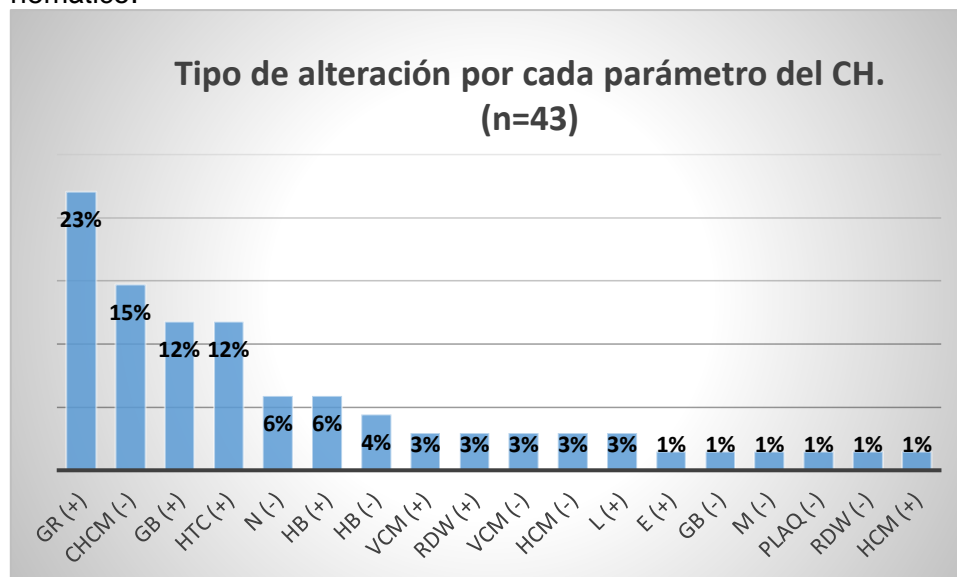
(GR) por debajo del rango (-), Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) por encima del rango (+), Neutrófilos (N) por encima del rango (+), Linfocitos (L) por debajo del rango (-), plaquetas (PLAQ) por encima del rango (+), y Basófilos por encima (+) y por debajo del rango (-).

**Tabla N° 65:** Frecuencia de tipo de alteración por cada parámetro del cuadro hemático

Parámetro	Tipo de alteración por cada parámetro del CH	Frecuencia	Porcentaje	% Total
GR	GR (+)	15	23%	23%
	GR (-)	0	0%	
CHCM	CHCM (+)	0	0%	15%
	CHCM (-)	10	15%	
GB	GB (+)	8	12%	13%
	GB (-)	1	1%	
Hto	Hto (+)	8	12%	12%
	Hto (-)	0	0%	
Hb	Hb (+)	4	6%	10%
	Hb (-)	3	4%	
VCM	VCM (+)	2	3%	6%
	VCM (-)	2	3%	
N	N (+)	0	0%	6%
	N (-)	4	6%	
HCM	HCM (+)	1	1%	4%
	HCM (-)	2	3%	
RDW	RDW (+)	2	3%	4%
	RDW (-)	1	1%	
L	L (+)	2	3%	3%
	L (-)	0	0%	
M	M (+)	0	0%	1%
	M (-)	1	1%	
E	E (+)	1	1%	1%
	E (-)	0	0%	
PLAQ	PLAQ (+)	0	0%	1%
	PLAQ (-)	1	1%	
B	B (+)	0	0%	0%
	B (-)	0	0%	
Total		68	100%	100%

Fuente: Propia

**Figura N° 39:** Frecuencia de tipo de alteración por cada parámetro del cuadro hemático.



Fuente: Propia

Teniendo en cuenta lo anterior, se evidencia que la mayor proporción de alteraciones hematológicas en nuestra población, se encuentra a nivel de las células de la línea roja, en especial con recuento de glóbulos rojos por encima de los rangos de referencia dados por el laboratorio, seguido de concentración de hemoglobina corpuscular media por debajo de los valores de referencia y glóbulos blancos por encima de los rangos dados. Lo cual y como se explicará en el aparte del análisis de los resultados, concuerda con algunos de los hallazgos en las investigaciones de la literatura revisada.

Para el análisis de los resultados en este aparte las variables se organizaron de forma cualitativa, ya que de esta manera es posible mostrar la información de una manera más organizada. Adicionalmente teniendo en cuenta que para el cuadro hemático se tomaron diferentes parámetros cuantitativos que lo conforman (Hemoglobina, hematocrito, recuento de glóbulos rojos, blancos, plaquetas, etc.) y que para efectos de poder mostrar de una manera organizada los resultados y facilitar el análisis, se convirtieron en variables cualitativas, dependiendo si estos resultados se encontraban por encima o por debajo del rango de normalidad reportado por el laboratorio. También se debe tener en cuenta que se organizó de esta manera ya que los recuentos de la línea celular roja varían dependiendo del sexo del trabajador

y se prestaría para confusiones si se realizara el análisis de las variables (cada uno de los parámetros del cuadro hemático) de forma cuantitativa y cada una por aparte.

### 15.2.3.2 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según sexo

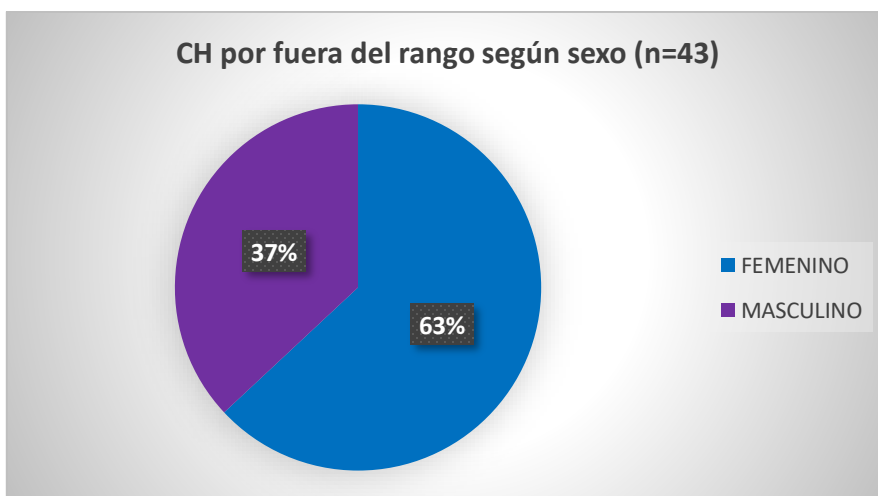
Las siguientes figuras muestran que 22 mujeres (de las 35 mujeres en total) es decir el 63% y 21 hombres (de los 57 hombres en total) es decir el 37%, presentaron valores por fuera del rango de referencia a nivel del cuadro hemático. Lo cual quiere decir que la mayor proporción con alteraciones del cuadro hemático se presenta en las mujeres. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue GR (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 66:** Distribución de resultados por fuera del rango del cuadro hemático según sexo

Sexo	Total trabajadores por sexo	CH fuera del rango
Masculino	57 (61%)	21 (37%)
Femenino	35 (39%)	22 (63%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 40:** Distribución de resultados por fuera del rango del cuadro hemático según sexo



Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el sexo y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):3.1, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

Si bien, como se explicó anteriormente se organizaron las variables de forma cualitativa, se realizó el ejercicio de ordenar la variable dependiente de forma cuantitativa, como por ejemplo el recuento de glóbulos rojos para este caso, y se comparó con la variable cualitativa como el sexo, por medio del análisis de los datos mediante la prueba t student, se observó: Que no hay diferencias significativas en el recuento de glóbulos rojos entre el grupo de mujeres y el grupo de los hombres: Valor de t: 7,6E-13, Valor de t crítico: 1.98, por lo cual no rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ :  $M_0 = M_a$ ) ya que el valor de t es menor que el valor de t crítico.

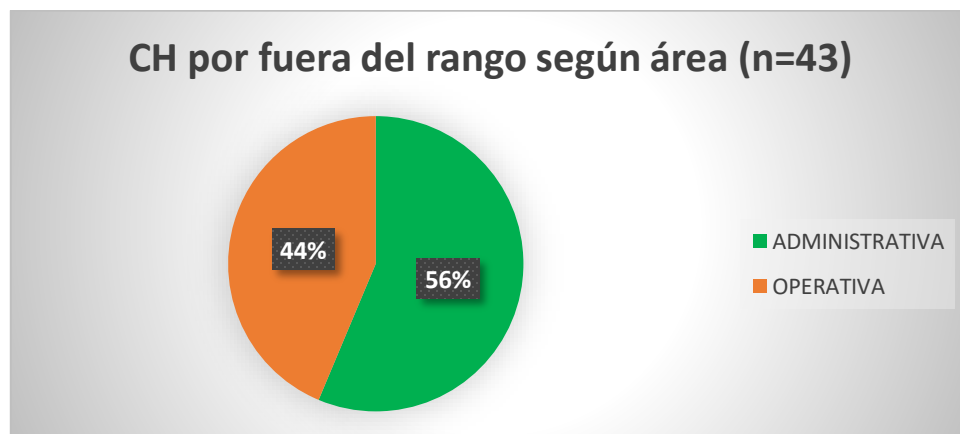
### 15.2.3.3 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según área de desempeño

Las siguientes figuras muestran la frecuencia de trabajadores con valores del cuadro hemático por fuera de los rangos de referencia según el área de desempeño. Se evidencia que de los 27 trabajadores del área administrativa, 15 de ellos es decir el 56%, presentan algún valor del cuadro hemático por fuera del rango de referencia. Por su parte en el área operativa de los 65 trabajadores, 28 de ellos es decir el 44%, presenta algún parámetro del cuadro hemático por fuera del rango de referencia. Lo cual quiere decir que la mayor proporción de alteraciones del cuadro hemático se encuentra en el área administrativa. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue GR (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 67:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático, según área de desempeño

Área	Total trabajadores por área	CH fuera del rango
Administrativa	27 (29%)	15 (56%)
Operativa	65 (71%)	28 (44%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 41:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático, según área de desempeño

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el área y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):1.19, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

**Tabla N° 68:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático, según área de desempeño y tipo de alteración.

Perfil CH	Valores normales del CH	Personal del área administrativa con CH alterado. N=15 n (%)			Personal del área operativa con CH alterado. N= 28 n (%)			Total %
		Por debajo del rango	Por encima del rango	Total	Por debajo del rango	Por encima del rango	Total	
Hb	(M: 12,5-15,5) (H: 14,5-17,5) g/dL	1 (1.4)	2(2.8)	3 (4.2)	2 (2.9)	2 (2.9)	4 (5.8)	10
Hto	(M: 35-46,5) (H: 42-52) %	0 (0)	3 (4.5)	3 (4.5)	0 (0)	5 (7.5)	5 (7.5)	12
GR	(M: 3,9-4,9) (H: 4,5-6) mill/uL	0 (0)	8 (12.2)	8 (12.2)	0 (0)	7 (10.7)	7 (10.7)	23
VCM	(82-98) fl	2 (3)	0 (0)	2 (3)	0 (0)	2 (3)	2 (3)	6
HCM	(27-33) pg	2 (2.7)	0 (0)	2 (2.7)	0 (0)	1 (1.3)	1 (1.3)	4
CHCM	(32-36) g/dL	3 (4.8)	0 (0)	3 (4.8)	7 (11.2)	0 (0)	7 (11.2)	15



RDW	(11,6-15,5) %	0 (0)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.35)	1 (1.35)	2 (2.7)	4
GB	(4.5-10) 10 <sup>3</sup> /mm	0 (0)	2 (3)	2 (3)	1 (1.5)	6 (8.5)	7 (10)	13
N	(45-74) %	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (6)	0 (0)	4 (6)	6
L	(15-45) %	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1.5)	2 (1.5)	3
M	(3-10) %	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1
E	(0-7) %	0 (0)	1 (1)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
PLAQ	(150-500) 10 <sup>3</sup> /mm	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1

Fuente: Propia

#### 15.2.3.4 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según sexo y área de desempeño

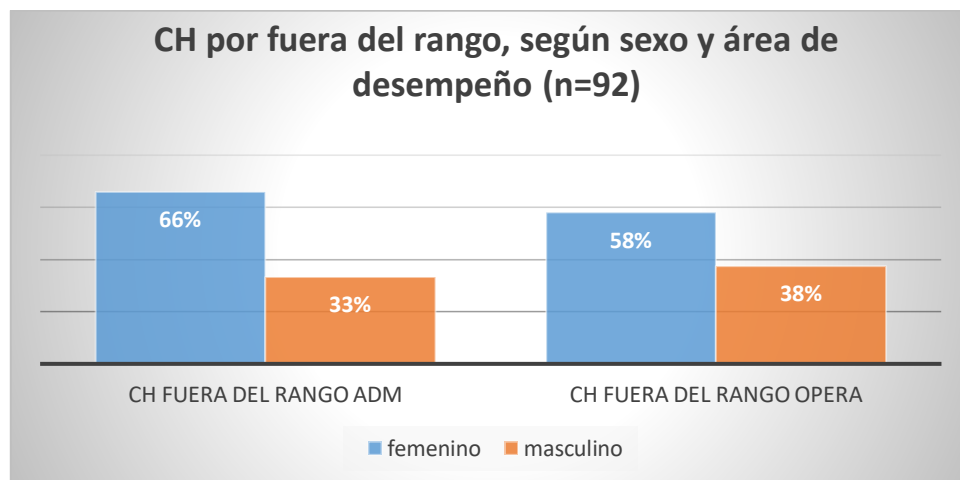
Se evidencian cuadros hemáticos anormales en 12 mujeres (66%) del área administrativa de las 18 mujeres en total de esta área y 10 mujeres del área operativa (58%) de las 17 mujeres en total de esta área. En los hombres hay anormalidad del cuadro hemático en 3 administrativos (33%) de los 9 en total de esta área y 18 operativos (38%) de los 48 en total de esta área. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en las mujeres del área administrativa, como se presenta en la tabla número 69 y la figura número 42. El tipo de alteración con más frecuencia en este grupo fue GR (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 69:** Distribución de trabajadores con cuadro hemático por fuera del rango, según sexo y área de desempeño.

Sexo	CH anormal administrativos	Total administrativos	CH anormal operativos	Total operativos	Total CH anormal
Femenino	12 (66%)	18	10 (58%)	17	22 (63%)
Masculino	3 (33%)	9	18 (38%)	48	21 (37%)
<b>Total</b>	<b>15 (100%)</b>	<b>27</b>	<b>28 (100%)</b>	<b>65</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 42:** Distribución de trabajadores con cuadro hemático por fuera del rango, según sexo y área de desempeño.



Fuente: Propia

#### 15.2.3.5 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según cargo

La tabla número 70 muestra la frecuencia de trabajadores que presentaron algún valor del cuadro hemático por fuera de los rangos de normalidad, según el cargo que desempeñan. Se encontró que el 100% de las personas que desempeñaban cargos como gerente general (3 de los 3 gerentes), y el único: jefe financiero y de recursos humanos, recepcionista, jefe de operaciones, auxiliar administrativa, practicante administrativa, auxiliar logística, auxiliar contable y coordinadora comercial, presentaron valores del cuadro hemático por fuera de los rangos de referencia. Lo cual concuerda con lo encontrado anteriormente en donde el área administrativa presenta la mayor proporción de alteraciones de este paraclínico. Llama la atención que tanto en el FSP como en el CH se reporta alterado en una mayor proporción en los trabajadores que ocupan cargos administrativos.

Por su parte el 75% de los auxiliares de bodega (es decir 6 de los 9 trabajadores en este oficio), 75% de los supervisores (es decir 3 de los 4 trabajadores en este oficio), 60% de los auxiliares de producción (es decir 9 de los 15 trabajadores en este oficio), 50% de los jefes de bodega (es decir 1 de 2 trabajadores en este oficio), 50% de los coordinadores de servicios (1 de 2), 50% de los coordinadores HSEQ (1 de 2), 40% de los ejecutivos de cuenta (2 de 5), 27% de los técnicos aplicadores (es decir 8 de

los 30 trabajadores en este oficio) y 25% de los conductores (1 de 4), también presentaron parámetros del cuadro hemático por fuera de los rangos establecidos como normales. El tipo de alteración según el cargo puede verse en el ANEXO A.

Al comparar auxiliares de producción vs técnicos aplicadores, se evidencia que la población con mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático corresponde a los auxiliares de producción.

**Tabla N° 70:** Distribución de trabajadores con cuadro hemático por fuera del rango, según cargo.

<b>Cargo</b>	<b>Total de trabajadores por cargo</b>	<b>% Total de trabajadores por cargo</b>	<b>CH por fuera de los rangos</b>	<b>% CH por fuera de los rangos</b>
Auxiliar de producción	15	15%	9	60%
Técnico aplicador	30	33%	8	27%
Auxiliar de bodega	8	9%	6	75%
Gerente general	3	3%	3	100%
Supervisor	4	4%	3	75%
Ejecutivo de cuenta	5	5%	2	40%
Jefe financiero y de recursos humanos	1	1%	1	100%
Jefe de bodega	2	2%	1	50%
Conductor	4	4%	1	25%
Recepcionista	1	1%	1	100%
Jefe de operaciones	1	1%	1	100%
Auxiliar administrativa	1	1%	1	100%
Practicante administrativa	1	1%	1	100%
Auxiliar logística	1	1%	1	100%
Auxiliar contable	1	1%	1	100%
Coordinador de servicios	2	2%	1	50%
Coordinadora HSEQ	2	2%	1	50%
Coordinadora comercial	1	1%	1	100%
Auxiliar de archivo	1	1%	0	0%
Auxiliar de almacén	1	1%	0	0%
Inspector de calidad	1	1%	0	0%
Coordinador logístico	1	1%	0	0%
Directora técnica	1	1%	0	0%
Coordinador operacional	1	1%	0	0%
Auxiliar de servicios generales	1	1%	0	0%

Asistente de gerencia	1	1%	0	0%
Mensajero	1	1%	0	0%
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>43</b>	<b>47%</b>

Fuente: Propia

### 15.2.3.6 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según edad

Como lo muestra la siguiente tabla, los trabajadores con mayores alteraciones en los parámetros del cuadro hemático son mayores de 50 años de edad correspondiendo al 56%, ya que 5 de los 9 trabajadores con edades superiores a los 50 años presentaron valores por fuera de los rangos establecidos. Los siguen los trabajadores con rangos de edad entre 31 y 40 años (50%), es decir 13 de los 26 trabajadores con rangos entre estas edades, trabajadores con rangos entre 18 y 30 años (48%) es decir 19 de los 40 trabajadores con rangos entre estas edades, y trabajadores entre 41 y 50 años (35%) es decir 6 de los 17 trabajadores con edades entre estos rangos. Lo anterior quiere decir que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático según el rango de edad la presentan los mayores de 50 años, lo cual se esperaría ya que en esta edad se pueden presentar enfermedades de tipo crónico o tratamientos con diversos medicamentos que alteren los parámetros del cuadro hemático, o también se podría asociar con la exposición a los pesticidas de interés. El tipo de alteración con frecuencia de mayor a menor en este grupo fue GR (+), Hto (+), PLAQ (-), GB (+), RDW (+), CHCM (-), Hb (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 71:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según rango de edad.

Rango de edad	Total de trabajadores por rango de edad	CH por fuera del rango
18-30	40 (43%)	19 (48%)
31-40	26 (28%)	13 (50%)
41-50	17 (18%)	6 (35%)
Mayores de 50	9 (10%)	5 (56%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

En este aparte se realizó el ejercicio de ordenar las 2 variables: edad (independiente) y recuento de glóbulos rojos (dependiente) en forma cuantitativa, para el análisis de

los datos mediante la prueba de coeficiente de correlación, por lo cual tendríamos: Que no hay asociación o correlación entre la edad y el recuento de glóbulos rojos ya que el coeficiente de correlación es cercano a 0 (0.045).

#### 15.2.3.7 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según tiempo en contacto directo con los pesticidas

La tabla número 72 muestra que el 48% de los trabajadores que llevan de 1 a 10 años en contacto directo con los pesticidas, es decir 30 trabajadores de los 63 en total que han estado expuestos durante este rango de tiempo, presentan algún tipo de parámetro alterado del cuadro hemático. También presentan alteraciones en el CH, el 45% de los trabajadores que llevan menos de 1 año expuestos a los pesticidas de interés, es decir 10 de los 22 trabajadores en este rango de tiempo, y el 43% de los trabajadores con exposición por más de 10 años, es decir 3 de los 7 trabajadores que se encuentran dentro de este lapso de tiempo. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que han estado expuestos directamente a los pesticidas de interés en el rango de tiempo de 1 a 10 años. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue CHCM (-) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 72:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según tiempo en contacto con pesticidas

Tiempo en contacto con pesticidas	Total de trabajadores por tiempo en contacto con pesticidas	CH por fuera del rango
1-10 años	63 (68%)	30(48%)
Menor a 1 año	22 (24%)	10 (45%)
Más de 10 años	7 (8%)	3 (43%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

En este caso también se realizó el ejercicio de ordenar las variables de forma cuantitativa: tiempo en contacto con los pesticidas en meses (independiente) y CHCM (dependiente) para el análisis de los datos mediante la prueba de coeficiente de correlación, por lo cual tendríamos: Que no hay asociación o correlación entre el tiempo de exposición y la CHCM ya que el coeficiente de correlación es cercano a 0 (0.040).

### 15.2.3.8 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según ejercicio físico

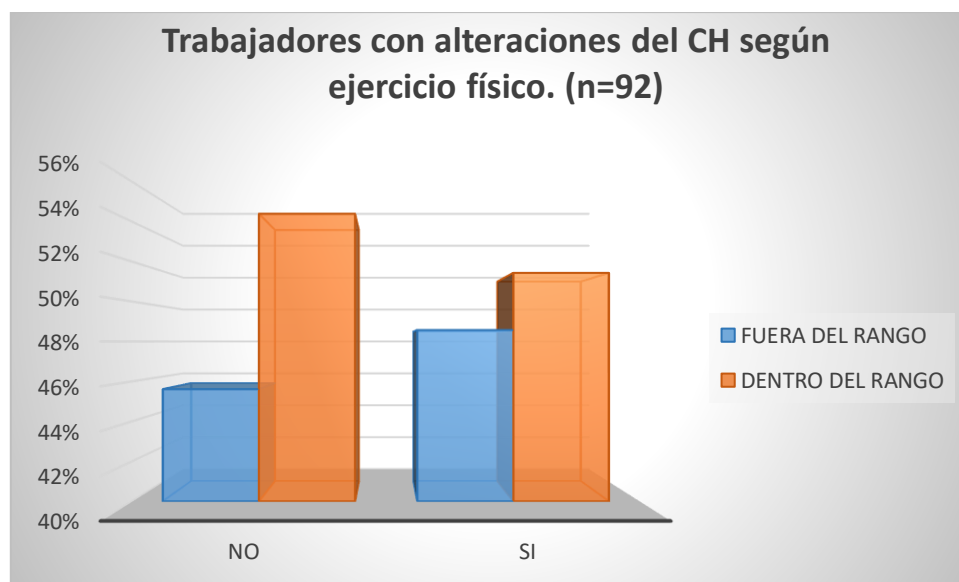
La siguiente tabla evidencia que el 49%, es decir que 17 de las 35 personas que realizan ejercicio físico, presentaron algún tipo de anormalidad en los parámetros del cuadro hemático. Por su parte el 46%, es decir 26 de los 57 trabajadores que no realizan ejercicio físico, presentaron parámetros del cuadro hemático por fuera del rango. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que realizan ejercicio físico. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue GB (+) seguida de GR (+) y Hto (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 73:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según ejercicio físico

Ejercicio	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	57 (62%)	26 (46%)
Si	35 (38%)	17 (49%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 43:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según ejercicio físico.



Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el ejercicio físico y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp): 0.08, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.3.9 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según horas de contacto directo al día con los pesticidas

La siguiente tabla muestra que el 65%, es decir 17 de los 26 trabajadores que se encuentran en un rango de 6 a 9 horas de exposición al día, presentaron alteraciones en los parámetros del cuadro hemático. El 60%, es decir 6 de los 10 trabajadores que están expuestos menos de una hora al día, y 36% es decir 20 de los 56 trabajadores que están expuestos entre 1 a 5 horas al día, presentaron valores del cuadro hemático por fuera de los rangos de referencia. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que están expuestos a los pesticidas de 6 a 9 horas al día. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue GR (+) seguido de GB (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 74:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y horas de contacto directo al día con los pesticidas

Horas en contacto al día con los pesticidas	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
1-5 horas	56 (61%)	20 (36%)
6-9 horas	26 (28%)	17 (65%)
Menor a 1 hora	10 (11%)	6 (60%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

En este aparte se realizó el ejercicio de ordenar las 2 variables: horas de contacto directo al día con los pesticidas (independiente) y recuento de glóbulos rojos (dependiente) en forma cuantitativa, para el análisis de los datos mediante la prueba de coeficiente de correlación, por lo cual tendríamos: Que no hay asociación o correlación entre las horas de contacto al día y el recuento de glóbulos rojos ya que el coeficiente de correlación es cercano a 0 (-0.25).

### 15.2.3.10 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según uso de EPP

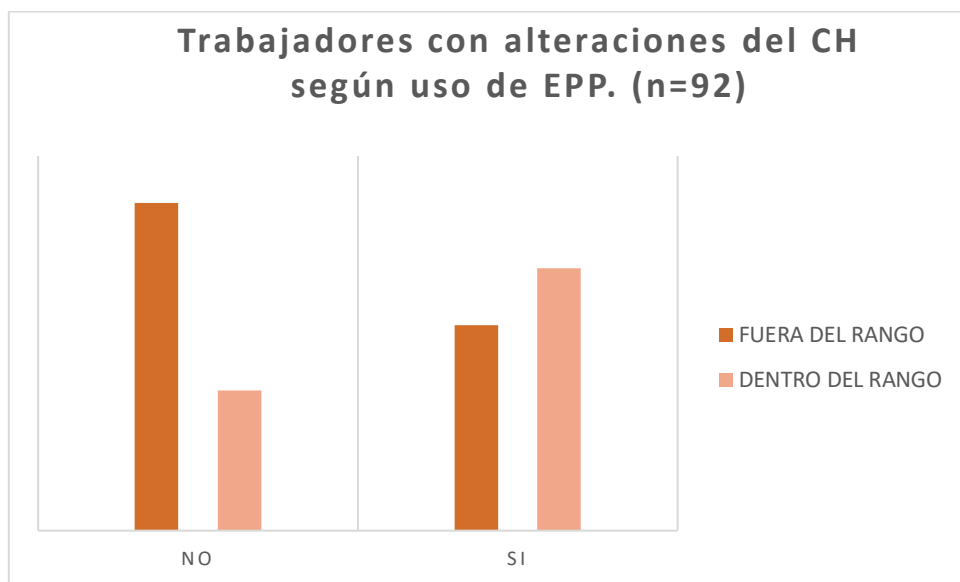
Según la siguiente tabla, se encontró que el 70% es decir 7 de las 10 personas que refirieron no utilizar elementos de protección personal, presentaron parámetros del cuadro hemático por fuera de los rangos. Por su parte el 44 % es decir 36 trabajadores de los 82 que refirieron que si utilizaban elementos de protección personal, presentaron alteraciones en el cuadro hemático. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que no utilizan EPP. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue GR (+) seguido de GB (+), Hb (+), Hto (+) y CHCM (-) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 75:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según uso de EPP

Uso de EPP	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	10 (11%)	7 (70%)
Si	82 (89%)	36 (44%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 44:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según uso de EPP.



Fuente: Propia



Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el uso de EPP y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp): 2.4, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.3.11 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de cigarrillo

En cuanto al consumo de cigarrillo y alteración de los parámetros del cuadro hemático, se evidencia que el 49% de los trabajadores es decir 18 de los 37 que si consumen o consumieron cigarrillo y 25 de los 55 trabajadores que no consumieron ni consumen cigarrillo, es decir el 45%, presentaron alteraciones en el cuadro hemático (2 paquetes/ año). Por lo anterior se observa que para esta muestra de trabajadores, la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que si consumen o consumieron cigarrillo. El tipo de alteración de mayor a menor frecuencia en este grupo fue GR (+), GB (+), Hto (+), N (-), CHCM (-) (ver ANEXO A).

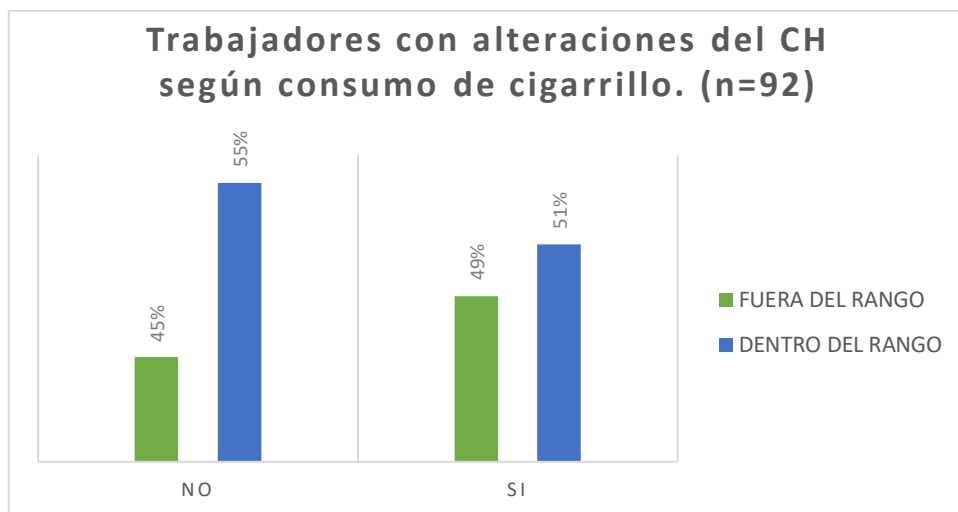
Lo cual sería de esperarse ya que el cigarrillo es un potente tóxico a nivel del aparato respiratorio, el cual influye directamente sobre el sistema hematológico, especialmente en las líneas celulares rojas, encargadas de la oxigenación de todos los tejidos.

**Tabla N° 76:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según consumo de cigarrillo

Consumo de cigarrillo	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	55 (60%)	25 (45%)
Si	37 (40%)	18 (49%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 45:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según consumo de cigarrillo.



Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el consumo de cigarrillo y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp): 0.09, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.3.12 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de alcohol

Se encontró que de los 83 trabajadores que refirieron no consumir alcohol mínimo una vez a la semana, 40 de ellos, es decir el 48%, presentaron algún tipo de parámetro en el cuadro hemático por fuera de los rangos. De los 9 trabajadores que refirieron consumir alcohol mínimo una vez a la semana, 3 de ellos presentaron alteraciones en el cuadro hemático. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático la presentaron los trabajadores que no refirieron consumo de alcohol, contrariamente al resultado que se esperaría, si se tiene en cuenta que el alcohol es un potente hematotóxico. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue GR (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 77:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según consumo de alcohol mínimo una vez a la semana.

Consumo de alcohol	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	83 (90%)	40 (48%)
Si	9 (10%)	3 (33%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

### 15.2.3.13 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según antecedentes patológicos

Como lo muestra la siguiente tabla el 55% de los trabajadores (15 de 29), que tuvieron alteraciones a nivel del cuadro hemático, refirieron presentar algún antecedente patológico. El 43 % (27 de 63 trabajadores) que no refirieron ningún antecedente patológico, tuvieron parámetros del cuadro hemático por fuera de los rangos. Por lo anterior se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que tuvieron algún antecedente patológico, comportamiento esperado si se tiene en cuenta que la mayor parte de enfermedades tiene repercusión directa sobre los parámetros de este paraclínico. El tipo de alteración de mayor frecuencia en este grupo fue CHCM (-) seguida de GR (+), GB (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 78:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático según antecedentes patológicos

Antecedentes patológicos	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	63 (68%)	27(43%)
Si	29 (32%)	15 (55%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

Se evidencia que las personas que tuvieron los parámetros del cuadro hemático por fuera de los rangos de referencia, sufrían de enfermedades como HTA, patología gástrica, y patología endocrina dentro de las más frecuentes. La tabla número 79 lo muestra:

**Tabla N° 79:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de patología.

Antecedentes patológicos	CH por fuera del rango
HTA	4
Gástrica	4
Endocrina	2
Neurológica	1
Cardiaca	1
Osteomuscular	1
Otra (Gota)	1
Alérgica	1
Anemia en la infancia	1
<b>Total</b>	<b>15</b>

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que la presencia de antecedentes patológicos y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):0.63, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### **15.2.3.14 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de medicamentos formulados**

En cuanto a las alteraciones del cuadro hemático y consumo de medicamentos formulados, se evidencia que 15 de los 25 trabajadores es decir el 60%, que refirieron tomar medicamentos y 28 de los 67 trabajadores que refirieron no consumir ningún medicamento formulado (42%), presentaron alteraciones a nivel del cuadro hemático. Por lo anterior se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que consumen medicamentos formulados, lo cual se esperaría teniendo en cuenta que algunos medicamentos influyen directamente sobre los parámetros del cuadro hemático. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue CHCM (-) seguida de GR (+) y Hto (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 80:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y consumo de medicamentos formulados

Medicamentos formulados	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	67 (73%)	28 (42%)
Si	25 (27%)	15 (60%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

Dentro de los trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de medicamentos formulados, se encuentra que los de más frecuencia son los inhibidores de bomba de protones como el omeprazol y los antihipertensivos como enalapril y losartan, que como ya se explicó en párrafos anteriores pueden modificar los resultados de los parámetros del cuadro hemático.

**Tabla N° 81:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de medicamentos formulados

Tipo de medicamentos formulados	CH por fuera del rango
Inhibidor de bomba de protones	3
Antihipertensivos	3
Tiroideos	2
Antimitótico	1
Opioides	1
Antiandrogénicos	1
Antibiótico	1
Antimigrañosos	1
AINES	1
Antihistamínicos	1
<b>Total</b>	<b>15</b>

Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el consumo de medicamentos y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):2,4, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

### 15.2.3.15 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según consumo de medicamentos autoformulados

Se encontró que el 49 % es decir 23 de los 47 trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados y 44%, es decir 20 de los 45 trabajadores que si consumen medicamentos autoformulados, tuvieron alguna alteración en los parámetros del cuadro hemático. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados. El tipo de alteración con mayor frecuencia en este grupo fue GR (+) seguida de Hto (+), CHCM (-), Hb (+), GB (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 82:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y consumo de medicamentos auto formulados

Medicamentos autoformulados	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	47 (51%)	23 (49%)
Si	45 (49%)	20 (44%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

### 15.2.3.16 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según antecedente de intoxicación con pesticidas

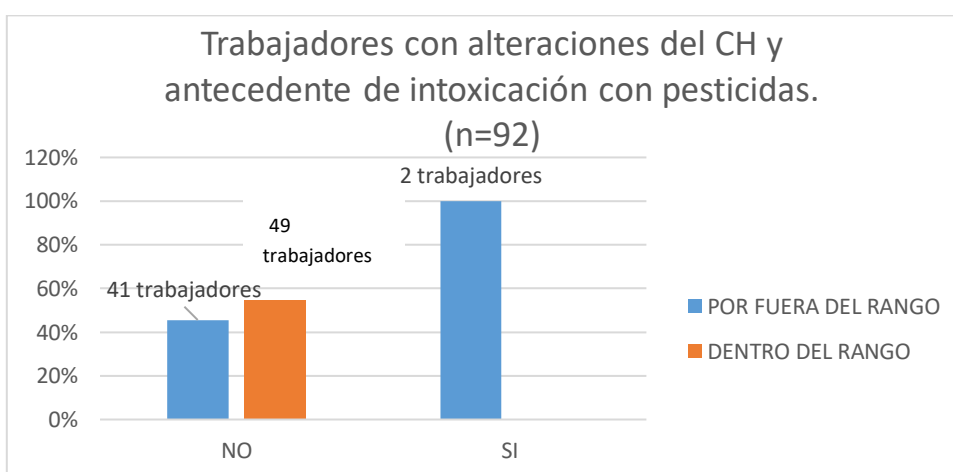
Se evidencia que todos los trabajadores (2 trabajadores), que presentaron antecedente de intoxicación con pesticidas y 41 de los 90 trabajadores que no tuvieron intoxicaciones con pesticidas, presentaron alteraciones del cuadro hemático. Se observa entonces que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores con antecedentes de intoxicación con pesticidas. Uno de ellos refirió haber requerido hospitalización por diagnóstico de intoxicación por organofosforado hace 3 años, y el otro refirió haber sido manejado en observación hace 1 año con salida el mismo día, por diagnóstico de intoxicación con piretroide. El tipo de alteración que presentaron estos trabajadores fue el recuento de neutrófilos por debajo de los rangos de referencia.

**Tabla N° 83:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y antecedente de intoxicación con pesticidas

Intoxicación con pesticidas	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	90	41
Si	2	2
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>43</b>

Fuente: Propia

**Figura N° 46:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y antecedente de intoxicación con pesticidas.



Fuente: Propia

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que el antecedente de intoxicación con pesticidas y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):2,3, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### 15.2.3.17 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según sintomatología

21 de los 38 trabajadores que tuvieron algún tipo de síntoma (55%) y 41%, es decir 22 de los 54 trabajadores que no refirieron ningún síntoma, presentaron alteraciones a nivel del cuadro hemático. Lo anterior quiere decir que la mayor proporción de

alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores con algún tipo de sintomatología orientada a alteraciones hematopoyéticas. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue GR (+) seguida de CHCM (-), GB (+), Hto (+) (ver ANEXO A).

**Tabla N° 84:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y síntomas

Síntomas	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	54 (59%)	22 (41%)
Si	38 (41%)	21 (55%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

Dentro de los trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de síntomas, se encuentra que los de más frecuencia son las parestesias, seguida de palpitaciones y mareos.

**Tabla N° 85:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y tipo de síntomas

Síntomas	CH por fuera del rango
Parestesias en miembros superiores	8
Palpitaciones	4
Mareos	2
Cefalea, parestesias, mareos	1
Hematomas	1
Cefalea, debilidad	1
Pérdida de peso	1
Cefalea, parestesias, palpitaciones	1
Cefalea	1
Debilidad	1
<b>Total</b>	<b>21</b>

Fuente: Propia

Como se evidencia, el síntoma con más frecuencia corresponde a las parestesias en miembros superiores referidas por 8 personas, seguida de palpitaciones en 4 personas y mareos en 2 personas, si bien estos síntomas pueden estar asociados en algunas ocasiones con enfermedades del sistema hematológico, no son causadas



únicamente por alteraciones en este, ya que se pueden presentar en otros grupos de patologías. Adicionalmente estos síntomas son subjetivos, ya que son referidos por los trabajadores al momento de la anamnesis, lo cual podría llevar a sesgos de información.

Según la prueba ji-cuadrado para la comparación entre variables cualitativas, se encontró que la sintomatología y las alteraciones del CH son parámetros independientes (no hay dependencia estadísticamente significativa), por lo tanto, no están relacionadas: Valor de ji-cuadrado experimental ( $\chi^2$  exp):1.9, Valor de ji-cuadrado crítico ( $\chi^2$  crítico): 3.84, por lo cual no rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de  $\chi^2$  exp es menor que el valor de  $\chi^2$  crítico.

#### **15.2.3.18 Distribución de Cuadro hemático por fuera de los rangos según hallazgos al examen físico**

La siguiente tabla muestra que 36 de los 76 trabajadores (47%), a los cuales no se les encontró ningún hallazgo al examen físico, presentaron parámetros del cuadro hemático por fuera de los rangos de referencia. Por otro lado 7 de los 15 trabajadores a los cuales si se les encontró algún hallazgo al examen físico, es decir el 44%, presentaron algún valor del cuadro hemático por fuera de los rangos establecidos. Por lo cual se observa que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se presenta en los trabajadores que no tuvieron ningún hallazgo al examen físico. El tipo de alteración mayor frecuencia en este grupo fue GR (+) seguida de GB (+), Hto (+), CHCM (-), Hb (+) (ver ANEXO A).

Este resultado es contrario al comportamiento esperado, si se tiene en cuenta que las alteraciones hematológicas se manifiestan con algún tipo de anormalidad al momento del examen físico. Cabe resaltar que para que se encuentren hallazgos al examen físico como consecuencia de alguna alteración hematológica, esta debe ser de tal magnitud que afecte los parámetros de los perfiles hematológicos. Si bien en este estudio se encontraron valores del cuadro hemático por fuera de los rangos de normalidad dados por el laboratorio, al momento de hacer la interpretación médica de estos, no fue posible encasillarlos dentro de alguna patología en particular, pues algunos de los valores sólo se encontraban unos puntos por encima o por debajo de

los valores de referencia, sin relevancia clínica para el trabajador, pero si de importancia para esta investigación.

**Tabla N° 86:** Distribución de trabajadores con alteraciones del cuadro hemático y hallazgos al examen físico

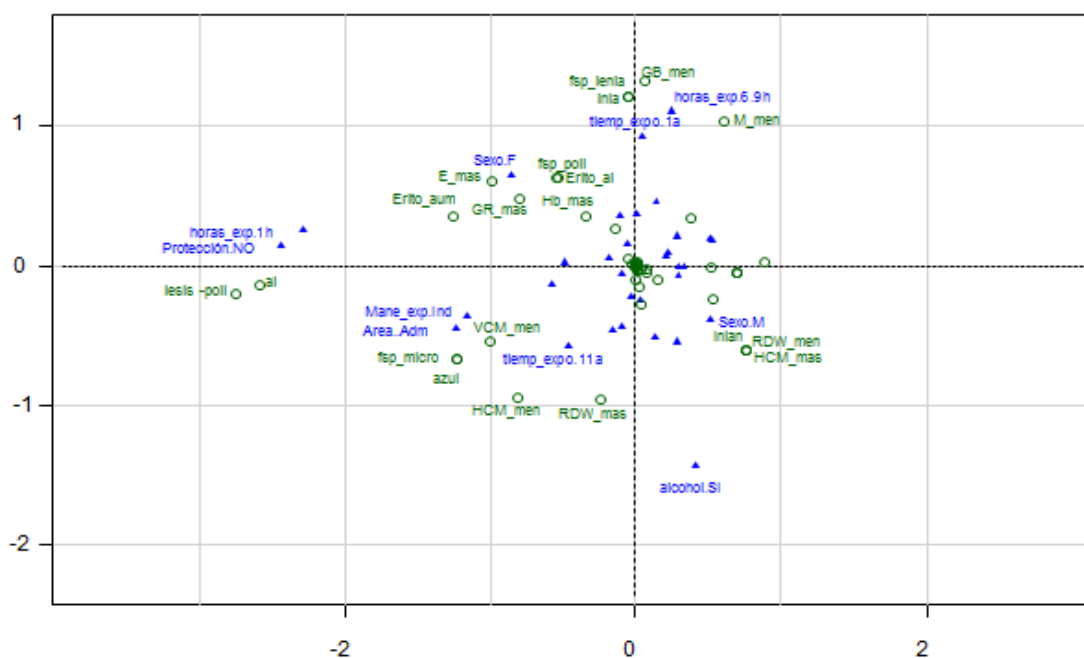
Hallazgos al examen físico	Total de trabajadores	CH por fuera del rango
No	76 (83%)	36 (47%)
Si	15 (17%)	7 (44%)
<b>Total</b>	<b>92 (100%)</b>	<b>43 (47%)</b>

Fuente: Propia

## 15.3 Análisis Multivariado

Se realizó un Análisis de Correspondencias múltiples ya que nos permite comparar las categorías de las variables y detectar grupos entre ellas, además permite encontrar posibles asociaciones entre la exposición de los pesticidas con alteraciones en el frotis de sangre periférica y cuadro hemático. Es necesario tener en cuenta que para este análisis todas las variables deben de ser de tipo categóricas.

**Figura N° 47:** Plano factorial del ACM



Fuente: Propia

---

Al observar las gráficas se pueden determinar algunas relaciones claras entre las variables y otras que necesitan una investigación más profunda. A continuación, se presenta estas relaciones:

- Existe una fuerte relación entre los trabajadores que se encuentran de 6-9 horas expuestos a los pesticidas, aquellos que llevan de 1 a 10 años manipulándolos, con los hallazgos paraclínicos en el cuadro hemático como: glóbulos blancos por debajo del rango de referencia GB (-), monocitos por debajo del rango de referencia M (-) y leucopenia en el frotis de sangre periférica. Lo anterior se explicaría posiblemente por el tiempo de exposición tanto en horas al día como en años, lo cual podría estar causando alguna alteración a nivel del sistema inmune, ya que como se observa algunos parámetros de la línea blanca se encuentran por debajo de los rangos de referencia.
- Al observar el grafico se encuentra una fuerte relación entre el tiempo de exposición a los pesticidas menor a una hora al día, el no uso de elementos de protección personal, con leucocitosis y poliglobulia en el frotis de la sangre periférica. Hallazgo en el que se podría relacionar la alteración de la línea celular blanca con la falta de uso de EPP, los cuales confieren protección ante la exposición a los xenobióticos, para el hallazgo de poliglobulia se tendrían que tener en cuenta otras variables como altura, edad, sexo, comorbilidades etc, que pueden modificar el hallazgo en estos parámetros.
- Se encontró una relación fuerte entre el sexo femenino, con poliglobulia en el frotis de sangre periférica, y en el cuadro hemático con: eosinófilos por encima del rango E (+), glóbulos rojos por encima del rango GR (+), y hemoglobina por encima de los rangos Hb (+). Hallazgo contrario a lo esperado, ya que en las mujeres se esperarían valores de la línea roja dentro de límites normales o por debajo de los rangos debido a la perdida de hierro en sus ciclos menstruales. Este hallazgo tampoco coincide con los estudios revisados, ya que por la exposición a los tóxicos de interés, se esperaría una disminución en el recuento de la línea celular roja. Se podría tener en cuenta entonces la altura sobre el nivel del mar, en la cual residen estas trabajadoras y que podría explicar la poliglobulia evidenciada.

- Se encontró una relación clara entre la manera de exposición indirecta y el área administrativa. Adicionalmente, estas variables también se relacionaron con un volumen corpuscular medio por debajo del rango de referencia VCM (-) en el cuadro hemático, y glóbulos rojos microcíticos - normocrómicos en el frotis de sangre periférica. Resultado esperado ya que la mayoría de trabajadores del área administrativa tienen una exposición de forma indirecta al tóxico. El hallazgo de glóbulos rojos microcíticos se da, ya que dentro de toda la población estudiada únicamente una trabajadora del área administrativa presenta esta alteración.
- Se presenta una asociación entre tiempo de exposición mayor a 10 años y hemoglobina corpuscular media por encima del rango de referencia HCM (+), ancho de distribución eritrocitaria por debajo del rango de referencia RDW (-) en el cuadro hemático, y con leucopenia en el frotis de sangre periférica. Contrario a lo esperado según la literatura revisada, donde se esperaría que a mayor tiempo de exposición, se encontraran los parámetros de la línea roja por debajo de los rangos de referencia, pero como se dijo anteriormente se debe tener en cuenta altura sobre el nivel del mar del sitio de vivienda, sexo, hábitos tóxicos, consumo de medicamentos, comorbilidades, etc.
- Se encontró una relación fuerte entre trabajadores de 41 a 50 años, que presentan ancho de distribución eritrocitaria por encima del rango de referencia RDW (+), hemoglobina corpuscular media por encima del rango de referencia HCM (+) y leucopenia en el frotis de sangre periférica.

Por lo anterior se puede observar que la exposición a los pesticidas de interés sí parece estar relacionada con alteraciones en algunos parámetros del cuadro hemático (línea roja y recuento de glóbulos blancos) y frotis de sangre periférica.

Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos no se pueden utilizar para realizar inferencia hacia toda la población de Cundinamarca, debido a que la muestra obtenida no es probabilística.

Por otro lado, el ACM es una herramienta útil y apropiada para esta investigación ya que se pudo observar relaciones existentes entre las variables. Se resalta la relación existente entre el tiempo de exposición, la cantidad de tiempo que el

trabajador lleva manipulando este tipo de pesticidas con los resultados de los parámetros de los exámenes de sangre en los cuales se presentan anormalidades.

## 16. Análisis y discusión de resultados

La exposición ocupacional a pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides es frecuente en nuestro país, convirtiéndose en un problema toxicológico ocupacional y de salud pública, ya que estos compuestos son empleados en múltiples actividades económicas. En la población estudiada se encontró una frecuencia del 47% de parámetros del cuadro hemático y un 15% del FSP por fuera de los rangos de referencia del laboratorio, lo cual podría relacionarse con hematotoxicidad inducida por los pesticidas de interés. Debido al diseño del estudio (observacional descriptivo) no es posible comprobar ningún tipo de hipótesis, ni causalidad entre la exposición a estos tóxicos y las alteraciones hematológicas presentadas, adicionalmente teniendo en cuenta que tanto el cuadro hemático como el frotis de sangre periférica, son exámenes que se pueden alterar fácilmente por diferentes variables.

Dentro de la descripción general de la población se encontró que, la mayoría de los participantes fueron hombres (61%), se desempeñaban en el área operativa (71%, en cargos como técnico aplicador (32%) y auxiliares de producción (15%)). Se encontró una población trabajadora joven, con rangos de edades de mayor frecuencia entre los 18 y 40 años (71%), nivel educativo en su mayoría con estudios secundarios (59%), lo cual se correlaciona con el área y cargo desempeñado, tiempo de exposición a pesticidas de 1 a 10 años en un 68% y exposición diaria a estos entre 1 a 5 horas (61%).

La mayor parte de la población refirió el uso de los elementos de protección personal (89%) ya que tenían una exposición directa a organofosforados, carbamatos y piretroides en el 68% de los casos. Este uso de los EPP en un porcentaje importante, se puede explicar porque todas las empresas participantes estaban constituidas legalmente, contando con personal de salud ocupacional, encargado de realizar actividades de promoción y prevención, lo cual fomenta y concientiza al trabajador sobre el adecuado uso de estos elementos, minimizando el riesgo de sufrir enfermedades y accidentes.

El sedentarismo fue un hallazgo común en la población estudiada, ya que el mayor porcentaje de trabajadores (62%) no realizaba ningún tipo de ejercicio físico.

Tampoco refirieron antecedentes de tabaquismo (60%), ni consumo de drogas (99%) o bebidas alcohólicas (90%), lo cual indicaría una población en general con hábitos de vida saludable. Es importante resaltar que la entrevista puede estar sujeta a sesgos, cuando la persona entrevistada no responde verdaderamente, ya sea porque no le interesa responder, o por temor a decirla. Por lo cual este tipo de entrevistas dependen de las respuestas verdaderas o no del trabajador, pero siempre partiendo del principio de buena fé y confianza aplicado en medicina.

Sólo el 32% de la población refirió antecedentes patológicos, siendo la patología gástrica (gastritis) la que tuvo más frecuencia con un porcentaje del 21%. Únicamente dos personas indicaron haber sufrido anemia en la infancia (7%), en el momento de la entrevista resuelta completamente.

La mayoría de los trabajadores contestaron que no consumían medicamentos formulados (73%), ni medicamentos autoformulados (51%). En resumen, se encontró una población sana, sin presencia de patologías de origen crónico o incapacitante que interfirieran con su adecuado desempeño laboral.

Sólo el 2%, es decir dos personas de los 92 trabajadores entrevistados en total, tuvieron antecedente de intoxicación con pesticidas, únicamente uno de ellos requirió hospitalización, sin secuelas en el momento de la entrevista. Lo anterior indicaría que en las empresas participantes se está llevando a cabo una adecuada capacitación a sus trabajadores y adicionalmente existe un buen manejo tanto de EPP, como en la manipulación de los productos químicos por parte de los trabajadores, ya que no se reportan intoxicaciones agudas.

El 41% de la población (38 personas) refirió sintomatología posiblemente relacionada con alteraciones hematopoyéticas. Dentro de los síntomas que se presentaron con más frecuencia en este grupo estuvieron las parestesias en miembros superiores (35%), cefalea (20%) y palpitaciones (17%). Si bien estos hallazgos pueden ser parte de algún tipo de enfermedad hematológica, no son patognomónicos ni específicos de esta, y se pueden dar por diferentes patologías.

El examen físico fue anormal en tan solo el 17% de los 92 trabajadores, encontrando una persona con un soplo, ictericia en dos participantes, cuatro individuos con palidez mucocutánea (sin alteraciones del llenado capilar), tres con ausencia o atrofia de

papilas en la lengua, 3 con uñas en vidrio de reloj y 5 con adenomegalias. Dado que los exámenes físicos fueron realizados en su mayoría en instalaciones de las empresas adaptadas a un consultorio médico, las alteraciones de color encontradas en piel y mucosas, estaban sujetas al tipo de iluminación presentada y subjetividad del investigador. El resto de hallazgos positivos al examen físico, si bien pueden formar parte de alguna alteración hematológica, no se presentan únicamente en estas patologías, si no que pueden hacer parte de otras enfermedades.

Con respecto a los exámenes de laboratorio tomados (colinesterasa eritrocitaria, cuadro hemático y frotis de sangre periférica), los resultados se analizaron por separado, se encontraron hallazgos anormales o valores por fuera del rango de referencia en el 2% de las colinesterasas, 47% de los cuadros hemáticos y 15% de los frotis de sangre periférica. A continuación, se realiza el análisis de cada uno de ellos.

En los trabajadores estudiados se encontró actividad de las colinesterasa por fuera de los rangos de referencia en 2 personas, lo cual corresponde al 2% de los trabajadores del estudio. Cabe resaltar que debido al diseño y a la metodología empleada en la presente investigación, no se consideraron las colinesterasas basales pre exposición, que se deben tomar en todos los trabajadores expuestos a pesticidas inhibidores de colinesterasa, y las cuales deben ser comparadas con las colinesterasas periódicas o post exposición, para medir el grado de inhibición o algún porcentaje de variación en estas, según lo que recomienda la guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) (GATISO-PIC) (26). Lo anterior teniendo en cuenta las variaciones interindividuales, intraindividuales, edad y presencia de enfermedades que presenta la colinesterasa eritrocitaria. (27)

De las 2 personas que tuvieron alteraciones de este paraclínico, una de ellas presentó parámetros por encima del rango de referencia, asociada también con alteraciones a nivel del cuadro hemático en donde se presentó poliglobulia, lo cual se correlaciona directamente según la literatura consultada (27) en donde la colinesterasa eritrocitaria presenta una actividad aumentada en este tipo de



patología, además se evidenció leucocitosis tanto en el cuadro hemático como en el frotis de sangre periférica, y el trabajador presentaba como antecedentes HTA en tratamiento, además de ser fumador de 70 cigarrillos semanales desde hace 44 años. De lo anterior se podría decir que el trabajador al ser fumador crónico, podría encontrarse en un estado de hipoxemia, que obliga a una mayor producción de células de la línea roja como mecanismo compensatorio, por lo cual y teniendo en cuenta que la acetilcolinesterasa es producida a nivel de los glóbulos rojos, un estado de policitemia resultaría en una síntesis aumentada de esta enzima.

El otro trabajador presentó actividad de colinesterasa por debajo del rango de referencia, sin ningún antecedente de importancia o alteración del resto de paraclínicos evaluados que se pudieran correlacionar. Si bien el mecanismo de acción de los organofosforados y carbamatos consiste en inhibir la actividad de la colinesterasa, en todos los casos se recomienda comparar el resultado actual con una colinesterasa basal, para verificar el porcentaje de disminución de la actividad, por las variaciones que puede tener esta enzima como se mencionó anteriormente.

El hallazgo en común es que estos dos trabajadores pertenecían al área operativa y se desempeñaban como operarios de fumigación, que es uno de los cargos con mayor exposición directa a los tóxicos de interés, presentaban edades de 56 y 35 años, con 5 y 8 años de exposición respectivamente.

En la evaluación del cuadro hemático las alteraciones que más se encontraron fueron a nivel de la línea roja. Si bien el aumento del recuento de glóbulos rojos fue la alteración que se presentó con más frecuencia (23%) dentro de la población que tuvo valores por fuera de los rangos de referencia de este paraclínico, y la cual difiere de estudios como el de Fareed M et al. (23), fue seguida por un descenso de la concentración de hemoglobina corpuscular media en un 15%, esta última alteración concuerda con los resultados de varios estudios (21), (23).

Contrario a lo descrito por Wafa T et al. (6), quien reportó en su estudio que las concentraciones de hemoglobina y hematocrito fueron significativamente disminuidas en la población expuesta de manera crónica a pesticidas, en nuestro estudio se evidenció un aumento de concentración de hematocrito en el 12% y un aumento en la concentración de hemoglobina en el 6% de la población que presentó alteraciones del cuadro hemático, encontrándose dentro de las más frecuentes en la población

descrita. Nuestro resultado también difiere de lo encontrado por Hundekari IA et al. (22), quien en sus resultados encontraron una disminución significativa en el valor de la hemoglobina en el grupo de envenenamiento por OF, partiendo del supuesto que la línea roja debido a los múltiples cambios oxidativos que presenta, es una de las más sensibles a los cambios por ataque de radicales libres con una posterior peroxidación lipídica.

El aumento en el recuento de las células de la línea roja se podría asociar con la altura sobre el nivel del mar en la cual viven los trabajadores participantes, teniendo en cuenta que a mayor altura existe menor presión de oxígeno, obligando al aumento de hematopoyesis para compensar este fenómeno. También se debe considerar el sexo, ya que en los hombres debido a que no hay pérdida alguna de hierro, tiende a haber un aumento en el recuento de la línea celular roja. Enfermedades de base como HTA, alteraciones pulmonares, alteraciones cardíacas, renales, hepáticas y alteraciones neurológicas, estimulan la producción de eritropoyetina con el consecuente aumento de estas células. Antecedentes tóxicos como el consumo de cigarrillo el cual puede producir una hipoxemia, que debe ser compensada con el aumento de la producción de células rojas. El consumo de ciertos medicamentos como laxantes y diuréticos, que producen pérdida de agua, pueden llegar a producir hemoconcentración. Y por último las patologías de origen congénito y hereditario, que para esta investigación fueron excluidas.

En nuestro estudio, el recuento de leucocitos por encima de los rangos de referencia se presentó en un 12% de la población con alteraciones del CH, lo cual concuerda con los estudios realizados por Wafa T et al. (6) y por Hundekari IA. et al. (22), y Fareed M et al. (23), los tres reportaron un recuento elevado de leucocitos en la población expuesta frente a los controles, lo cual según estos estudios podría explicarse como un mecanismo de defensa del sistema inmune ante la presencia a los pesticidas de interés.

En su estudio Wafa T et al. (6), también indico que los linfocitos, monocitos y plaquetas se encontraron significativamente elevadas en la población expuesta, mientras que en nuestro estudio sólo se encontró linfocitos por encima del rango en un 3% de la población y no hubo ninguna persona con recuento elevado de monocitos

ni de plaquetas. Fareed M et al. (23), también reportó alteraciones significativas en el recuento de neutrófilos, monocitos y plaquetas, en nuestro estudio solo un 6%, 1% y 1% de las personas con alteraciones del CH presentaron cambios en los neutrófilos, monocitos y plaquetas.

Cabe resaltar que los estudios mencionados difieren en su diseño con el nuestro, ya que estos contaron con poblaciones de control y pudieron medir diferencias significativas entre las poblaciones comparadas. En nuestro caso se presenta un estudio observacional descriptivo, en el cual no es posible comprobar hipótesis ya que no existió un grupo control, por lo cual y como su mismo nombre lo dice, únicamente se describieron las características encontradas en el grupo de estudio. Tampoco se trataba de un estudio que permitiera establecer un diagnóstico clínico en los trabajadores examinados, sino determinar hallazgos, abordando de forma exploratoria el problema de la toxicidad hematológica por pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides.

Continuando con la descripción de los hallazgos, se observó que la mayor proporción de alteraciones en el cuadro hemático se encontraba en las mujeres del área administrativa, en donde la mayor frecuencia de estas se dio a nivel de glóbulos rojos por encima del rango (44%), lo cual como se mencionó anteriormente podría explicarse probablemente por la altura sobre el nivel del mar del lugar de vivienda de estas trabajadoras, ya que al existir menor presión de oxígeno a medida que aumenta la altura, existe un mecanismo compensatorio con aumento de la eritropoyesis para mantener la adecuada oxigenación celular. Resultado contrario a las variaciones que se esperan tener por metabolismo propio de la mujer, dado por los ciclos menstruales con pérdida de hierro, el cual influye en la producción de eritrocitos o eritropoyesis, hallazgos que también difieren a los estudios revisados, en donde por exposición crónica a los pesticidas de interés, existe disminución del recuento de la línea roja.

Es de aclarar que en esta investigación y como ya se mencionó, se tomaron los rangos dados por el laboratorio para la clasificación realizada, por lo cual así el resultado de alguno de los parámetros puntuara muy poco por fuera del rango, fue suficiente para clasificarlo como anormal, sin que se configurara como tal un diagnóstico.

En este grupo también se encontraron alteraciones en menor frecuencia como: glóbulos blancos por encima del rango (13%), volumen corpuscular medio por debajo del rango (13%) y concentración de hemoglobina corpuscular media por debajo del rango, hallazgos relacionados con hematotoxicidad producida por los pesticidas de interés y que se podrían orientar al no uso de elementos de protección personal en la mayoría de personas del área administrativa y que están expuestos de una manera indirecta al tóxico, teniendo en cuenta que se comparte la misma área de trabajo donde se almacenan o se procesan los productos químicos.

En cuanto a alteraciones del cuadro hemático según cargo, se encontró que el 100% del personal administrativo que se desempeñaba como gerente, jefe financiero, jefe de operaciones, recepcionista, auxiliar administrativo, auxiliar contable y coordinador comercial, presentaron valores por fuera de los rangos de referencia. Como se dijo anteriormente y teniendo en cuenta que los pesticidas de interés pueden afectar las diferentes líneas celulares por medio de peroxidación lipídica, se podría decir que esta proporción de alteraciones se puede dar por la falta de elementos de protección personal en los trabajadores del área administrativa. Por su parte se encontró que en el personal operativo el 75% de los auxiliares de bodega y supervisores, 60% de los auxiliares de producción y 27% de los técnicos aplicadores, también tuvieron parámetros del cuadro hemático por fuera de los rangos de referencia. Lo anterior se podría explicar por la exposición directa que tienen este tipo de cargos con los pesticidas, y el tiempo en contacto directo al día con estos, aún con el uso de los EPP.

La mayor proporción de alteraciones del CH se dio en el rango de edad de los mayores de 50 años con un porcentaje de 56%, en los que presentan un tiempo de antigüedad en contacto con los pesticidas de 1 a 10 años (48%) y en lo expuestos de 6 a 9 horas al día (65%), lo cual es esperado y se podría explicar por presencia de enfermedades crónicas en estas edades, uso de medicamentos para el control de estas que pueden ser hematotóxicos, exposición crónica a los pesticidas de interés por el tiempo laborado, mayor tiempo al día en contacto con estos por las jornadas laborales trabajadas y altura sobre el nivel del mar del sitio de vivienda. El tipo de alteraciones con mayor frecuencia en estos grupos fue: Hto (+), CHCM (-), GR (+), GB (+).

También se evidencio que la mayor proporción de alteraciones en el hemograma se dio en los trabajadores que no usan EPP (70%), en donde se encontró de mayor a menor frecuencia: GR (+), GB (+), Hb (+), Hto (+) y CHCM (-). Los cambios en los GB y la CHCM concuerdan con los diferentes estudios mencionados anteriormente, apoyando el supuesto de que los pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, producen alteraciones en las células sanguíneas, aún más cuando no existe un medio de protección adecuado en la persona. (5) (6) (14) (15) (16).

La mayor proporción de valores del hemograma por fuera de los rangos de referencia se dio en las personas que si realizaban ejercicio físico (49%), en donde se encontró de mayor a menor frecuencia: GR (+), Hb (+) y Hto (+). Lo cual es esperado y se puede explicar por el mayor metabolismo en las células sobretodo de la línea roja, ya que son estas las que oxigenan los tejidos, los cuales aumentan sus demandas metabólicas durante el ejercicio. De igual forma se encontraron mayores alteraciones del CH en los trabajadores que consumen cigarrillo (49%), en donde la de mayor frecuencia fue GR (+), que como ya se mencionó puede producir un estado de hipoxemia con producción compensatoria de células sanguíneas, en especial de la línea roja.

Por otra parte, se encontró que en los trabajadores que no refirieron consumo alcohol, se presentó la mayor proporción de alteraciones en el hemograma (48%), lo cual es contrario al comportamiento celular que se esperaría, sabiendo que el alcohol es una de las principales sustancias hematotóxicas, bien sea por la producción de radicales libres con la consecuente alteración de las membranas celulares o por alteraciones en la absorción de nutrientes, en especial de ácido fólico, lo cual puede llevar al desarrollo de anemias de tipo macrocítico. Los hallazgos descritos en este aparte se podrían explicar por algún tipo de malinterpretación al contestar la pregunta, alguna falla en el diseño de esta, o porque los trabajadores entrevistados no contestaron con la verdad, por diferentes motivos que se encuentran fuera del alcance de este estudio.

La mayor proporción de alteraciones del CH también se encontró en las personas que presentaban antecedentes patológicos (55%) y en los que consumían medicamentos formulados (60%), lo anterior es esperado teniendo en cuenta que una gran parte de patologías y medicamentos, pueden alterar de manera significativa

algún parámetro de este paraclínico por ser un exámen altamente susceptible a cualquier cambio. Dentro de los medicamentos hematotóxicos que consumían los participantes de este estudio, se encontraron con más frecuencia los inhibidores de bomba de protones como el omeprazol que al aumentar el PH gástrico, disminuye la absorción de vitamina B12, pudiendo producir anemias de tipo megaloblástico. Otro de los medicamentos hematotóxicos que con más frecuencia consumían estos trabajadores era el enalapril, el cual al utilizarlo de manera crónica puede causar en cuadros de neutropenia-esosinofilia, otros medicamentos como la levotiroxina se han asociado a casos de leucopenia.

Los únicos dos trabajadores que refirieron antecedentes de intoxicación con pesticidas, presentaron alteraciones a nivel del hemograma, siendo el recuento de neutrófilos por debajo del rango el único hallazgo, lo cual difiere del estudio realizado por Wafa T et al. (6), en donde se reporta un aumento en el recuento de granulocitos (neutrófilos, basófilos y eosinófilos), como mecanismo de defensa del sistema inmune ante la exposición a pesticidas.

La mayor proporción de alteraciones del CH también se encontró en las personas que presentaban sintomatología (55%), dentro de estas las que presentaron mayor frecuencia fueron las parestesias, palpitaciones y mareos, que si bien pueden correlacionarse con anormalidades del cuadro hemático, no se dan únicamente por alteraciones a nivel del sistema hematopoyético, ya que pueden presentarse de manera frecuente asociadas a otro tipo de patologías. En cuanto al exámen físico se encontró mayor proporción de valores por fuera de los rangos de referencia, en los trabajadores que no tuvieron ningún hallazgo (47%), lo cual se explicaría pues para que existan cambios macroscópicos que puedan ser encontrados por el examinador, debe existir una alteración severa a nivel de las líneas celulares que se traduzca en cambios marcados a nivel de los tejidos u órganos que no fue nuestro caso.

El frotis de sangre periférica es utilizado en la práctica clínica para valorar anisocitosis (alteraciones en el tamaño) y poiquilocitosis (alteraciones en la forma) de las células sanguíneas, como complemento a los hemogramas, en este caso el laboratorio encargado del análisis de las muestras, también nos mostró el recuento en cada una

de las líneas celulares, que se tuvieron en cuenta al momento de tabular y analizar los resultados

Este mostró algún tipo de anormalidad en el recuento o la morfología de las líneas celulares en un 15% de la población estudiada. Las principales alteraciones correspondieron a: leve leucopenia, leucocitosis, eritrocitosis, glóbulos rojos microcíticos (+) – normocrómicos y trombocitopenia. El 85% de los participantes tuvieron un examen completamente normal.

Se encontró alteración en un 8% de la población total en la línea leucocitaria (2 personas con leve leucopenia y 5 con leucocitosis) todos con morfología normal. En la línea eritroide se encontró anormalidad en el 7% del total de la población (5 con aumento en el número y normalidad en la morfología, y sólo una persona que pertenecía al área administrativa presentó glóbulos rojos microcíticos (+) – normocrómicos). En la línea plaquetaria sólo 1 persona tuvo una disminución en el recuento con morfología normal, esta persona pertenecía al área operativa como técnico aplicador. En ninguno de los estudios revisados que se realizaron a nivel internacional se realizó este tipo de paraclínico, y como se dijo en el párrafo anterior el interés principal de hacer este examen en el presente estudio era el de encontrar anormalidades tanto en el tamaño como en la forma, pero esta alteración sólo se presentó en una persona es decir el 1% de la población total estudiada, el resto de personas no presentaron alteraciones de la morfología o tamaño de las células sanguíneas.

Se encontró que la mayor proporción de alteraciones en el frotis de sangre periférica se presenta en las mujeres del área administrativa, seguido por las mujeres del área operativa, lo cual concuerda con los resultados del cuadro hemático.

El 100% de las personas que desempeñaban cargos como: jefe financiera y de recursos humanos, auxiliar logística, auxiliar contable y coordinadora comercial, presentaron valores del FSP alterados. Por su parte el 50 % de las coordinadoras HSEQ, 20% de los auxiliares de producción, 17% de los técnicos aplicadores y 13% de los auxiliares de bodega también presentaron alteraciones en el resultado del FSP.

Se evidencia que en el área operativa la mayor proporción de alteraciones en este paraclínico, se encuentra a nivel de los auxiliares de producción, seguido de los técnicos aplicadores. También se encontró que para este estudio la mayor proporción de alteraciones en este examen la tuvieron los trabajadores mayores de 50 años, los que no utilizaban EPP, los que no consumían alcohol, en los trabajadores que tuvieron o tienen alguna enfermedad, en los que si consumen medicamentos formulados, en los que tuvieron antecedente de intoxicación con pesticidas y en los trabajadores que si presentan sintomatología; resultados que concuerdan con los que arrojó el cuadro hemático, y se pueden explicar por las mismas causas ya mencionadas.

Contrario a lo que presentó el cuadro hemático, las personas con mayor proporción de alteraciones en el FSP, fueron los que tuvieron exposición menor a una hora a los pesticidas de interés, los trabajadores que no consumían cigarrillo, y las personas con algún hallazgo positivo al exámen físico; pero como ya se explicó, el FSP es ideal para revisar las alteraciones en la forma y tamaño de las células, mas no el recuento de estas, lo cual podría explicar algunas de las diferencias entre los resultados del cuadro hemático y el frotis de sangre periférica.



## 17. Conclusiones y recomendaciones

Es evidente la alteración de los parámetros hematológicos FSP en el 15% y CH en el 47% de la población estudiada, lo cual podría indicar que efectivamente y tal como lo mencionan los estudios publicados a nivel internacional, los pesticidas tipo organofosforados, carbamatos y piretroides, por medio de la peroxidación lipídica, son capaces de producir alteraciones a nivel de las diferentes células sanguíneas, especialmente de la línea roja y la línea blanca, como se observó en este estudio.

Algunas variables asociadas como antecedentes patológicos, consumo de medicamentos, hábitos tóxicos, realización de ejercicio físico e incluso edad, sexo y sitio de vivienda, pueden generar alteraciones en los resultados de estos laboratorios, ya que son extremadamente variables ante cualquier cambio en la homeostasis del cuerpo humano.

En nuestro estudio, no se encontró asociación estadísticamente significativa entre las variables que son potencialmente confusoras y que pueden presentar cambios en el frotis de sangre periférica y el cuadro hemático, como algunas de las nombradas en el párrafo anterior. Así las cosas, se podría inferir que los pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, si pueden producir alteraciones en los parámetros hematológicos estudiados.

Esta conclusión estaría soportada tal y como lo muestra este estudio, en que la mayor proporción de alteraciones en los parámetros hematológicos se encontró en los trabajadores del área administrativa, que en la mayoría de los casos no utilizan elementos de protección personal y que se encuentran expuestos de una manera indirecta al tóxico durante un porcentaje importante de la jornada laboral, como ya se mencionó, por contigüidad de su sitio de trabajo con las áreas de producción o almacenamientos de los químicos. Adicionalmente se encontró una asociación significativa entre el no uso de EPP y alteraciones en el FSP, lo cual indica que en efecto los trabajadores que no usan estos elementos, tienen más riesgo de presentar alteraciones en este paraclínico.

Los resultados de nuestro estudio concuerdan con algunos hallazgos reportados por la literatura internacional, en donde se evidencia disminución del recuento de varios de los parámetros de la línea celular roja y aumento del recuento de algunas de las

líneas celulares de la serie blanca, apoyando el supuesto de que estos pesticidas por medio de producción de radicales libres y peroxidación lipídica, alteran el recuento de las células rojas, y activan un mecanismo de defensa del sistema inmune con aumento en el número de células blancas.

Por su parte las alteraciones en las colinesterasas no tuvieron mayor relevancia en el presente estudio, pero es importante recordar que lo indicado es hacer la comparación con las colinesterasas basales que se deben tomar antes del inicio de la exposición, o con colinesterasas periódicas post exposición, dadas las variaciones que esta enzima presenta. Para esta investigación se tuvo en cuenta un solo momento de evaluación de actividad de colinesterasa. Si se tratara de analizar únicamente el resultado de este paraclínico, se podría decir que en general la población estudiada presenta un uso adecuado de los elementos de protección personal, y un manejo adecuado de los xenobióticos utilizados.

Se aclara que en este estudio la exposición se evaluó sólo por historia clínica dadas las limitaciones expuestas en párrafos anteriores. Los resultados obtenidos solamente pueden utilizarse o aplicarse para la población evaluada.

Es recomendable para próximas investigaciones realizar estudios de tipo analítico con poblaciones de control, en donde se puedan comparar significativamente los resultados presentados, y adicionalmente tener en cuenta las variables que puedan modificar los resultados de estos exámenes como lo son antecedente de patologías, consumo de medicamentos, hábitos tóxicos, ejercicio, etc. en una población expuesta y otra no expuesta.

Para realizar una mejor caracterización de la exposición se sugiere que en próximas investigaciones se realicen mediciones ambientales de los puestos de trabajo y se procure escoger trabajadores que tengan una tarea fija, sin tanta rotación dentro de las diferentes actividades de la empresa y se logre contar con mayor información laboral por parte de las empresas.

También se recomienda realizar estudios longitudinales, donde se tomen paraclínicos preexposición y se puedan comparar con paraclínicos durante o

posterior a la exposición, para obtener resultados de mayor fiabilidad y que sean reproducibles a la población total de interés.

Debido a las dificultades al momento de conseguir la muestra por la negativa de las empresas invitadas y por la poca información suministrada, ya que en Colombia infortunadamente no existe hasta el momento una normatividad que le exija a estas facilitar información para este tipo de investigaciones. Se podrían hacer las propuestas a través de entes de control o agremiaciones, con el fin de sensibilizar y concientizar a los representantes legales y empresarios sobre la importancia de este tipo de investigaciones, entendiendo que la información que las empresas suministren tiene fines académicos que permitirán generar conocimiento sobre las diferentes problemáticas en nuestro país. Se esperaría que la prioridad en las empresas fuera la salud de sus trabajadores y no las actividades de operación como ocurre en la mayoría de los casos.

Los resultados de esta investigación deben servir como una aproximación inicial de una problemática que no ha sido estudiada en nuestro país, como lo son las alteraciones hematológicas inducidas por pesticidas. Con posteriores estudios, se podría llegar a implementar el cuadro hemático y el frotis de sangre periférica en los programas de vigilancia epidemiológica de los trabajadores expuestos, por su bajo costo y fácil acceso.

## ANEXO A: Tipo de alteraciones en el FSP y CH según las variables de mayor proporción.

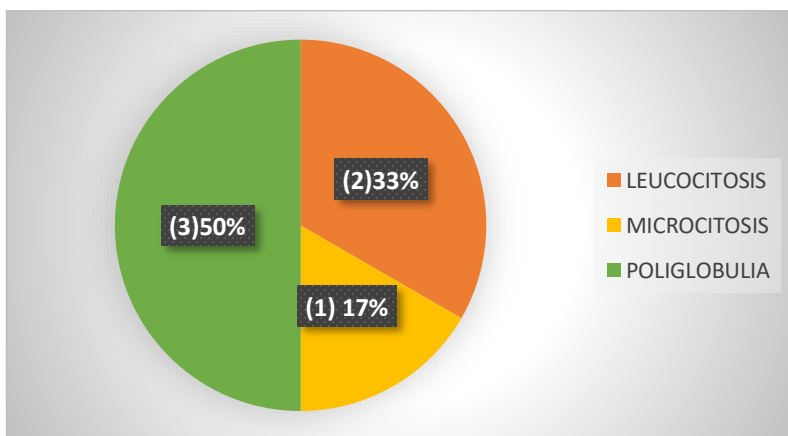
A continuación, se describe el tipo de alteraciones en el frotis de sangre periférica según las variables estudiadas que presentaron mayor frecuencia:

**Tabla N° 87:** Tipo de alteración del FSP en las mujeres del área administrativa

N° de Trabajadores	Tipo de alteración
1	Microcitosis
2	Poliglobulia
1	Leucocitosis -poliglobulia
1	Leucocitosis

Fuente: Propia

**Figura N° 48:** Tipo de alteración del FSP en las mujeres del área administrativa (n=5)



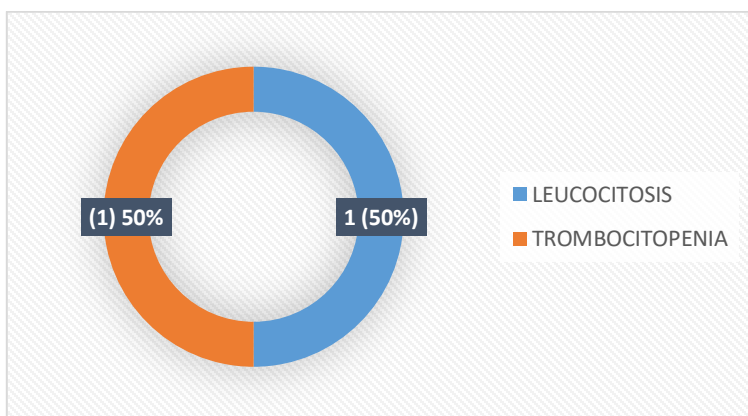
Fuente: Propia

**Tabla N° 88:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con edad mayor a 50 años (n=2)

N° de Trabajadores	Tipo de alteración
1	Leucocitosis
1	Trombocitopenia

Fuente: Propia

**Figura N° 49:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con edad mayor a 50 años



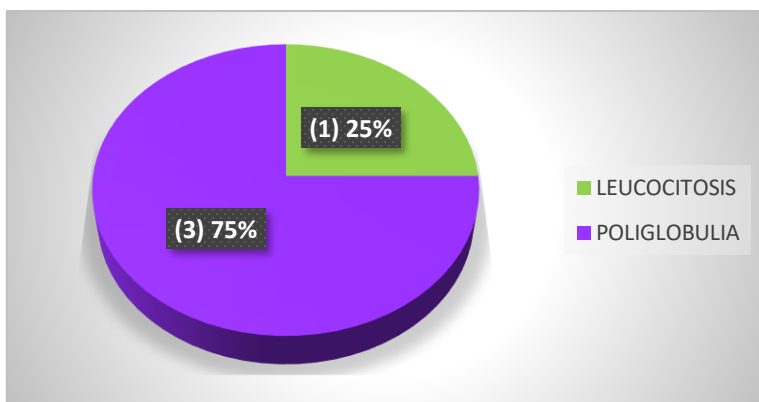
Fuente: Propia

**Tabla N° 89:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que llevan menos de 1 año expuestos a los pesticidas.

N° de Trabajadores	Tipo de alteración
3	Poliglobulia
1	Leucocitosis

Fuente: Propia

**Figura N° 50:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que llevan menos de 1 año expuestos a los pesticidas. (n=4)

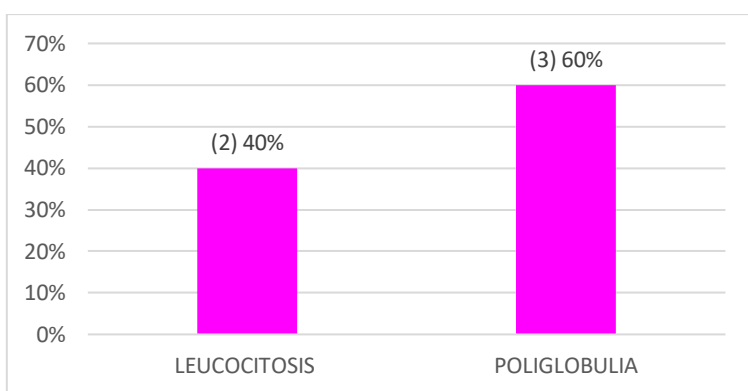


Fuente: Propia

**Tabla N° 90:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con exposición menor a 1 hora a los pesticidas.

N° de Trabajadores	Tipo de alteración
2	Poliglobulia
1	Leucocitosis -poliglobulia
1	Leucocitosis

Fuente: Propia

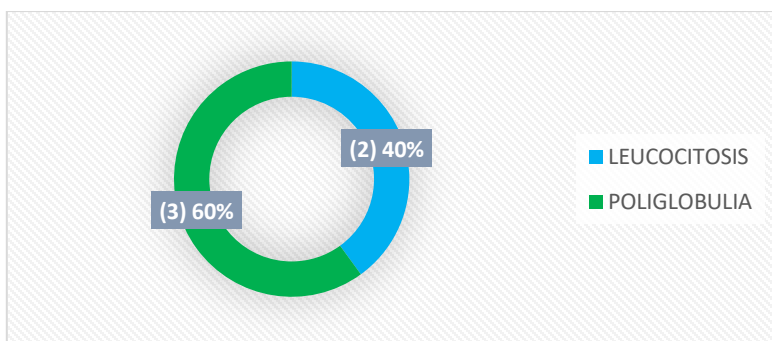
**Figura N° 51:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con exposición menor a 1 hora a los pesticidas. (n=4)

Fuente: Propia

**Tabla N° 91:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no usan EPP

N° de Trabajadores	Tipo de alteración
2	Poliglobulia
1	Leucocitosis -poliglobulia
1	Leucocitosis

Fuente: Propia

**Figura N° 52:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no usan EPP (n=4)

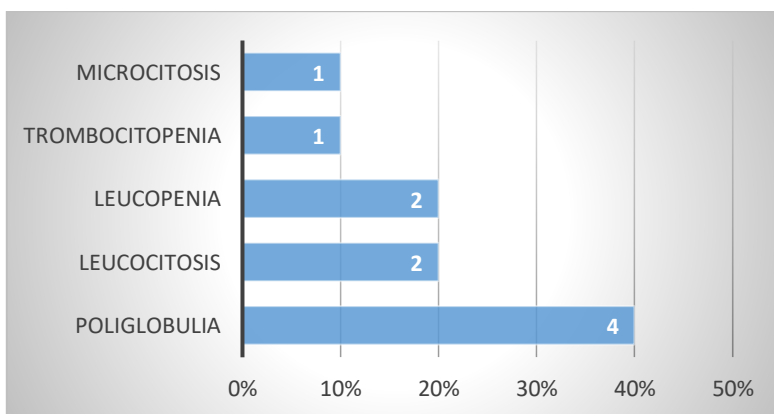
Fuente: Propia

**Tabla N° 92:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen cigarrillo

N° de Trabajadores	Tipo de alteración
2	Leucopenia
3	Poliglobulia
1	Microcitosis
1	Leucocitosis -poliglobulia
1	Leucocitosis
1	Trombocitopenia

Fuente: Propia

**Figura N° 53:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen cigarrillo (n=9)



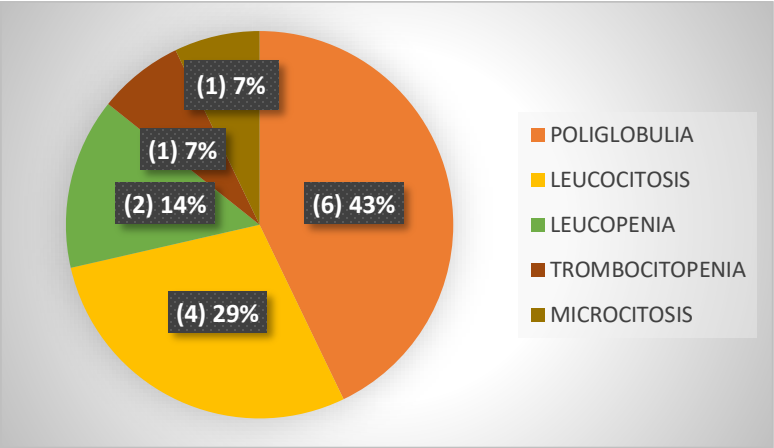
Fuente: Propia

**Tabla N° 93:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen alcohol

N° de Trabajadores	Tipo de alteración
2	Leucopenia
5	Poliglobulia
1	Microcitosis
3	Leucocitosis
1	Leucocitosis -poliglobulia
1	Trombocitopenia

Fuente: Propia

**Figura N° 54:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen alcohol (n=13)



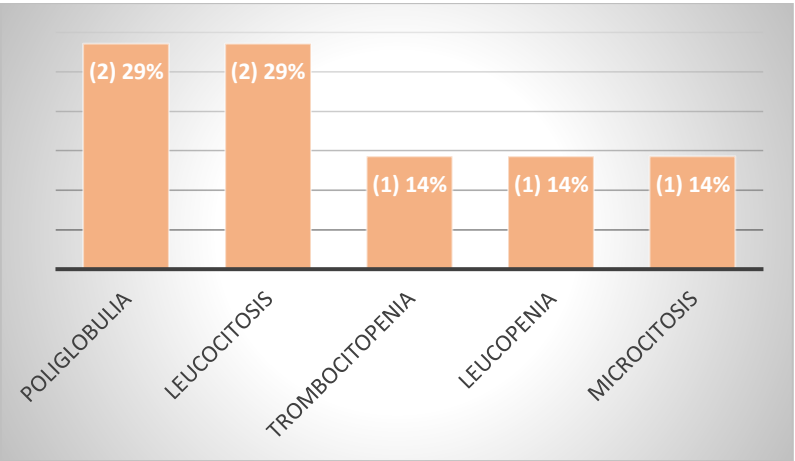
Fuente: Propia

**Tabla N° 94:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentan patologías

N° de Trabajadores	Patología	Tipo de alteración
1	Gástrica	Leucopenia
1	Endocrina	Microcitosis
1	Osteomuscular	Poliglobulia
1	HTA	Leucocitosis -poliglobulia
1	HTA	Leucocitosis
1	HTA	Trombocitopenia

Fuente: Propia

**Figura N° 55:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentan patologías (n=6)



Fuente: Propia

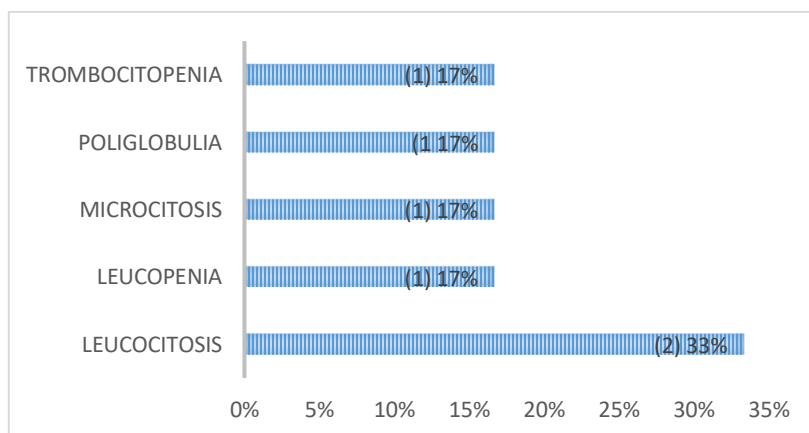


**Tabla N° 95:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que consumen medicamentos formulados

N° de Trabajadores	Medicamento	Tipo de alteración
1	Omeprazol	Leucopenia
1	Eutirox	Microcitosis
1	Ketotifeno	Leucocitosis -poliglobulia
1	Losartan	Leucocitosis
1	Enalapril	Trombocitopenia

Fuente: Propia

**Figura N° 56:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que consumen medicamentos formulados (n=5)

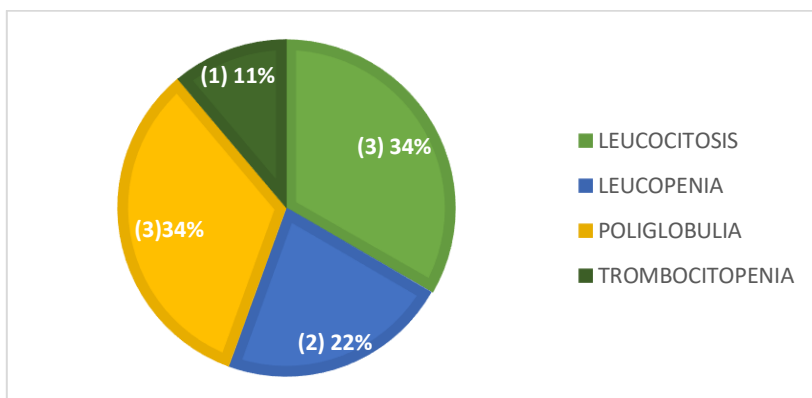


Fuente: Propia

**Tabla N° 96:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados

N° de trabajadores	Tipo de alteración
2	Leucopenia
3	Poliglobulia
3	Leucocitosis
1	Trombocitopenia

Fuente: Propia

**Figura N° 57:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados (n=9)

Fuente: Propia

**Tabla N° 97:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores con antecedente de intoxicación con pesticidas

N° de trabajadores	Tipo de alteración
1	Poliglobulia

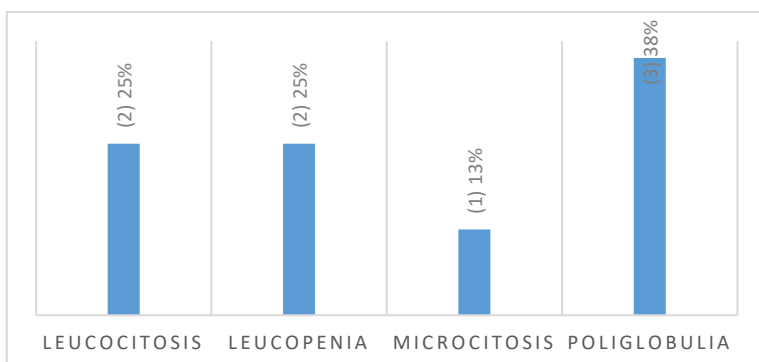
Fuente: Propia

**Tabla N° 98:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron síntomas

N° de Trabajadores	Síntomas	Tipo de alteración
1	Pérdida de peso	Leucopenia
1	Palpitaciones	Leucopenia
1	Palpitaciones	Microcitosis
1	Cefalea, debilidad	Poliglobulia
1	Parestesias	Leucocitosis -poliglobulia
1	Parestesias	Poliglobulia
1	Hematomas	Leucocitosis

Fuente: Propia

**Figura N° 58:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron síntomas (n=7)



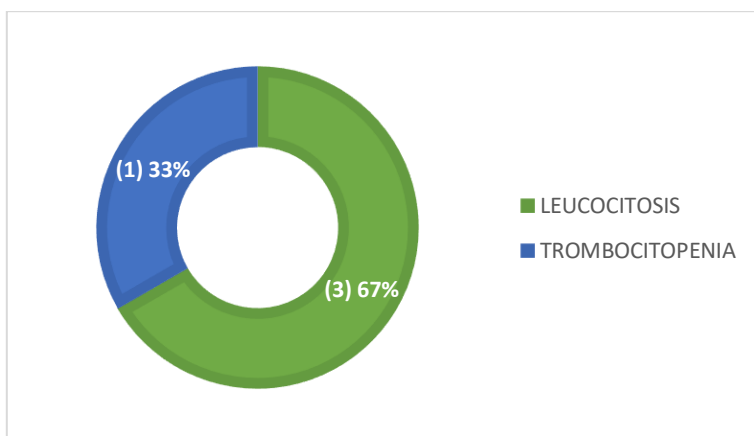
Fuente: Propia

**Tabla N° 99:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron hallazgos al examen físico

N° de Trabajadores	Hallazgos al examen físico	Tipo de alteración
1	Atrofia de papilas en lengua, adenomegalia	Leucocitosis
1	Atrofia de papilas en lengua, adenomegalia	Leucocitosis
1	Atrofia de papilas en lengua	Trombocitopenia
1	Adenomegalia	Leucocitosis

Fuente: Propia

**Figura N° 59:** Tipo de alteración del FSP en los trabajadores que presentaron hallazgos al examen físico (n=4)



Fuente: Propia

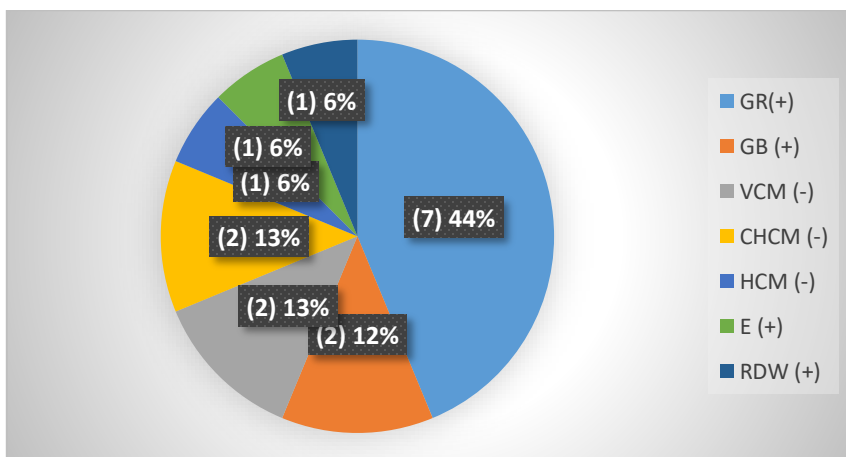
A continuación, se describe el tipo de alteraciones en el cuadro hemático según las variables estudiadas que presentaron mayor frecuencia:

**Tabla N° 100:** Tipo de alteración del CH en las mujeres del área administrativa

N° de trabajadores	Tipo de alteración
6	GR (+)
1	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	GR (+) GB (+)
1	CHCM (-)
1	VCM (-)
1	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	E (+)

Fuente: Propia

**Figura N° 60:** Tipo de alteración del CH en las mujeres del área administrativa (n=12)



Fuente: Propia

**Tabla N° 101:** Tipo de alteración del CH según cargo

N° de Trabajadores	Cargo	Tipo de alteración
1	Gerente general	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	Gerente general	GR (+)
1	Gerente general	VCM (-)
1	Jefe financiera y de recursos humanos	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	Jefe de operaciones	HCM (-) CHCM (-)
1	Auxiliar logística	GR (+)
1	Auxiliar contable	GR (+)
1	Coordinadora comercial	GR (+) GB (+)

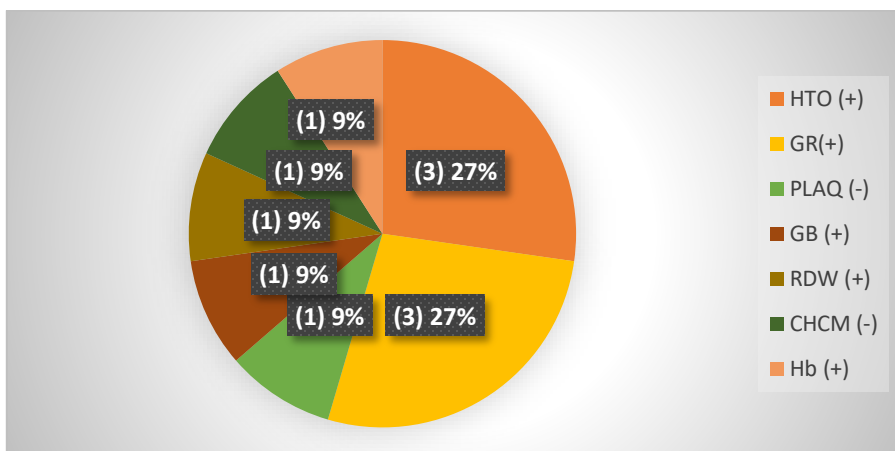
1	Recepcionista	CHCM (-)
1	Practicante administrativa	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	Auxiliar administrativa	E (+)
1	Auxiliar de bodega	CHCM (-)
2	Auxiliar de bodega	HB (-)
3	Auxiliar de bodega	GB (+)
1	Supervisor	VCM (+)
1	Supervisor	GR (+)
1	Supervisor	HTO (+)
3	Auxiliar de producción	CHCM (-)
1	Auxiliar de producción	GR (+), CHCM (-)
2	Auxiliar de producción	GR (+)
1	Auxiliar de producción	HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1	Auxiliar de producción	GB (-) N (-) L (+)
1	Auxiliar de producción	GB (+)
1	Jefe de bodega	M (-)
1	Coordinador de servicios	HTO (+)
1	Coordinador HSEQ	GB (+)
2	Ejecutivos de cuenta	GR (+)
2	Técnico aplicador	N (-)
1	Técnico aplicador	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	Técnico aplicador	N (-) L (+)
1	Técnico aplicador	HB (+) HTO (+)
1	Técnico aplicador	HTO (+) GR (+) CHCM (-) RDW (+) GB (+)
1	Técnico aplicador	PLAQ (-)
1	Técnico aplicador	VCM (+) HCM (+) RDW (-)
1	Conductor	GB (+)

Fuente: Propia

**Tabla N° 102:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores con edad mayor a 50 años

N° de trabajadores	Tipo de alteración
1	GR (+)
1	HTO (+)
1	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-) RDW (+) GB (+)
1	PLAQ (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 61:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores con edad mayor a 50 años (n=5)

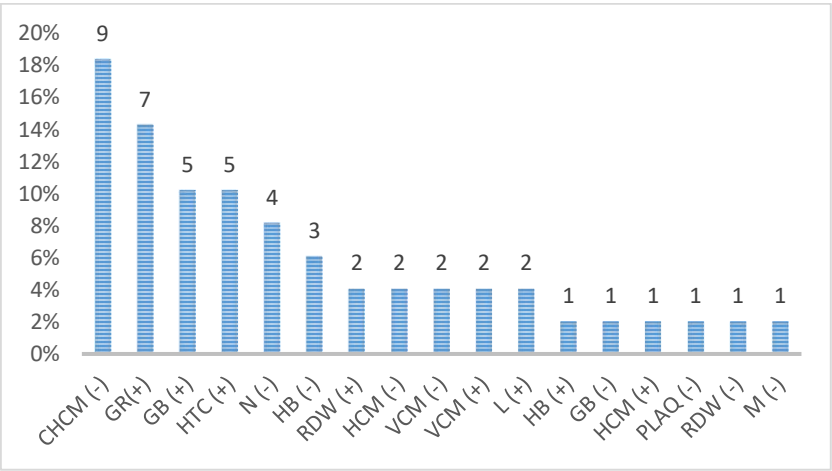
Fuente: Propia

**Tabla N° 103:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que llevan de 1 a 10 años expuestos a pesticidas.

N° de trabajadores	Tipo de alteración
5	CHCM (-)
3	GB (+)
1	GB (-) N (-) L (+)
1	GR (+) GB (+)
3	GR (+)
2	HB (-)
1	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	HCM (-) CHCM (-)
2	HTO (+)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-) RDW (+) GB (+)
1	M (-)
2	N (-)
1	N (-) L (+)
1	PLAQ (-)
1	VCM (+)
1	VCM (-)
1	VCM (+) HCM (+) RDW (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 62:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que llevan de 1 a 10 años expuestos a pesticidas. (n=30)



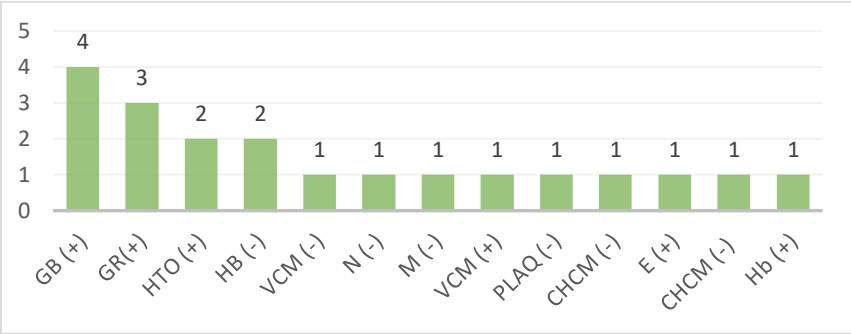
Fuente: Propia

**Tabla N° 104:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que realizan ejercicio físico

N° de trabajadores	Tipo de alteración
1	CHCM (-)
1	E (+)
4	GB (+)
1	GR (+)
1	GR (+), CHCM (-)
2	HB (-)
1	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	HTO (+)
1	M (-)
1	N (-)
1	PLAQ (-)
1	VCM (+)
1	VCM (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 63:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que realizan ejercicio físico (n=17)



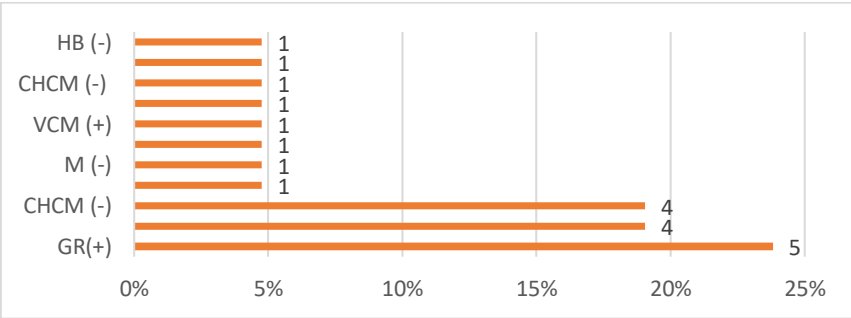
Fuente: Propia

**Tabla N° 105:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores con exposición de 6 a 9 horas a los pesticidas

N° de trabajadores		Tipo de alteración
1		CHCM (-)
1		GB (-) N (-) L (+)
2		CHCM (-)
4		GB (+)
3		GR (+)
1		GR (+), CHCM (-)
1		HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1		HB (-)
1		VCM (+)
1		M (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 64:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores con exposición de 6 a 9 horas a los pesticidas (n=17)



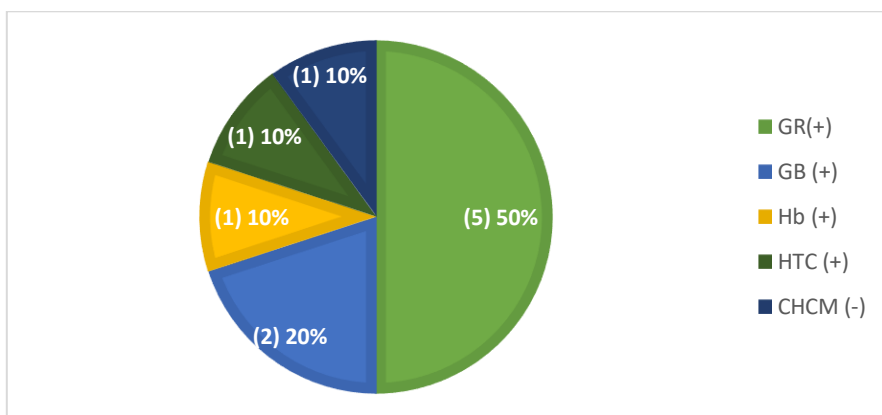
Fuente: Propia



**Tabla N° 106:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no usan EPP

N° de trabajadores	Tipo de alteración
1	CHCM (-)
1	GB (+)
1	GR (+) GB (+)
3	GR (+)
1	HB (+) HTO (+) GR (+)

Fuente: Propia

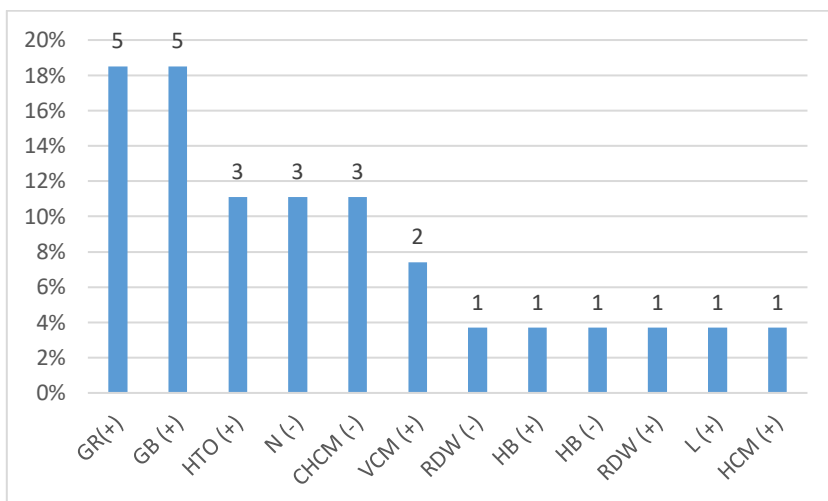
**Figura N° 65:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no usan EPP (n=7)

Fuente: Propia

**Tabla N° 107:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen cigarrillo

N° de trabajadores	Tipo de alteración
2	CHCM (-)
4	GB (+)
3	GR (+)
1	HB (-)
1	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-) RDW (+) GB (+)
1	HTO (+)
1	VCM (+)
2	N (-)
1	N (-) L (+)
1	VCM (+) HCM (+) RDW (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 66:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen cigarrillo (n=18)

Fuente: Propia

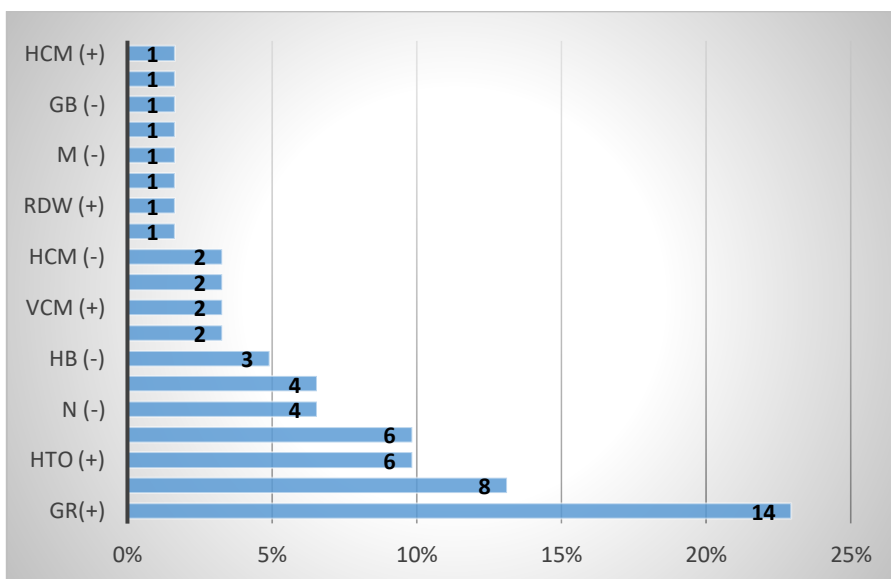
**Tabla N° 108:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen alcohol

N° de trabajadores	Tipo de alteración
5	CHCM (-)
1	E (+)
5	GB (+)
1	GB (-) N (-) L (+)
1	GR (+) GB (+)
8	GR (+)
1	GR (+), CHCM (-)
2	HB (-)
1	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	HB (+) HTO (+)
1	HCM (-) CHCM (-)
3	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1	HTO (+)
1	HCM (-) CHCM (-)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1	HTO (+)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1	M (-)
2	N (-)

1	N (-) L (+)
1	PLAQ (-)
1	VCM (+)
1	VCM (-)
1	VCM (+) HCM (+) RDW (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 67:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen alcohol (n=40)



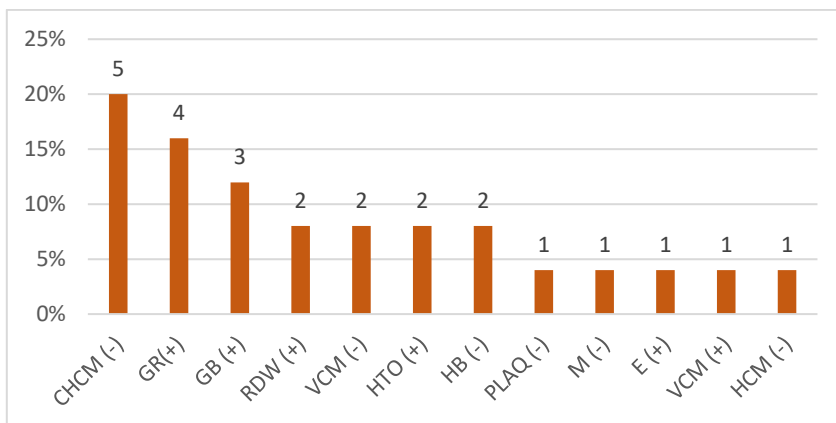
Fuente: Propia

**Tabla N° 109:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentan patologías

N° de Trabajadores	Patología	Tipo de alteración
1	Gástrica	VCM (+)
2	Gástrica	CHCM (-)
1	Gástrica	HB (-)
1	Endocrina	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	Alérgica	M (-)
1	Osteomuscular	GR (+)
1	HTA	GR (+) GB (+)
1	HTA	GR (+)
1	Neurológica	CHCM (-)
1	HTA	HTO (+) GR (+) CHCM (-) RDW (+) GB (+)
1	Cardiaca	GB (+)
1	Otra (gota)	HTO (+)
1	Endocrina	VCM (-)
1	HTA	PLAQ (-)

1	Anemia en la infancia	E (+)
---	-----------------------	-------

Fuente: Propia

**Figura N° 68:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentan patologías (n=16)

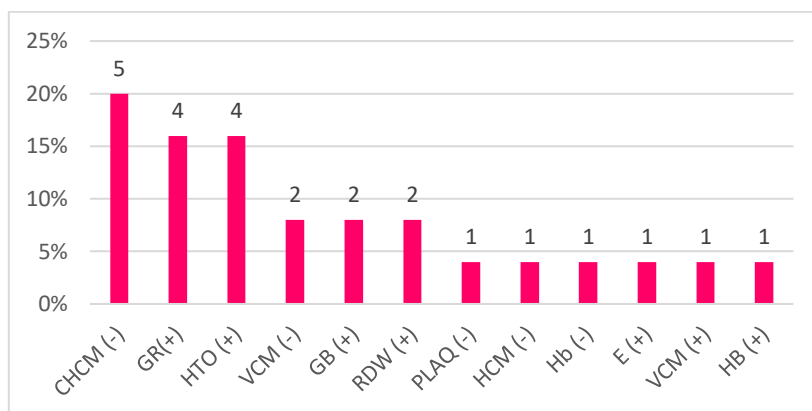
Fuente: Propia

**Tabla N° 110:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen medicamentos formulados

N° de Trabajadores	Medicamento	Tipo de alteración
1	Inhibidor de bomba de protones	VCM (+)
2	Inhibidor de bomba de protones	CHCM (-)
1	Opioides	GR (+)
1	Tiroideos	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	Tiroideos	E (+)
1	AINES	HTO (+)
1	Antihistamínicos	GR (+) GB (+)
1	Antihipertensivos	GR (+)
1	Antihipertensivos	HTO (+) GR (+) CHCM (-) RDW (+) GB (+)
1	Antihipertensivos	PLAQ (-)
1	Antimigrañosos	CHCM (-)
1	Antibiótico	HB (+) HTO (+)
1	Antimitótico	HTO (+)
1	Antiandrogénicos	VCM (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 69:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que consumen medicamentos formulados (n=15)

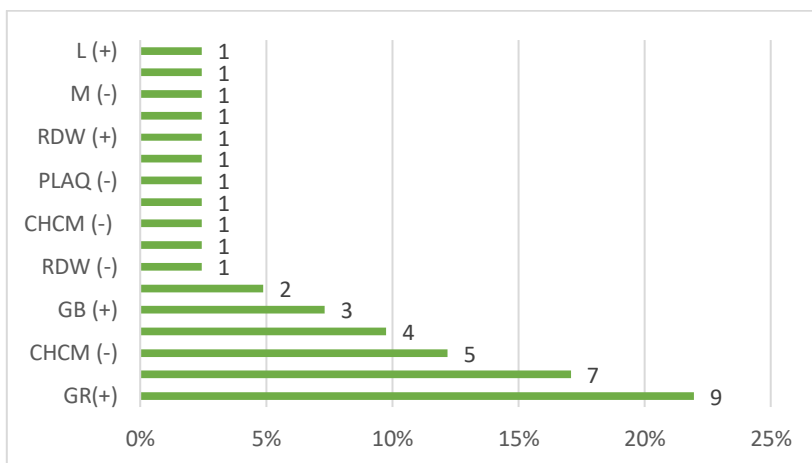


Fuente: Propia

**Tabla N° 111:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados

N° de trabajadores	Tipo de alteración
3	CHCM (-)
1	E (+)
1	GB (-) N (-) L (+)
2	GB (+)
1	GR (+)
1	GR (+), CHCM (-)
3	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	HB (+) HTO (+)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1	HTO (+)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-)
1	HTO (+) GR (+) CHCM (-) RDW (+) GB (+)
1	VCM (+)
1	M (-)
1	VCM (-)
1	PLAQ (-)
1	VCM (+) HCM (+) RDW (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 70:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no consumen medicamentos autoformulados (n=23)

Fuente: Propia

**Tabla N° 112:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores con antecedente de intoxicación con pesticidas

N° de trabajadores	Tipo de alteración
2	N (-)

Fuente: Propia

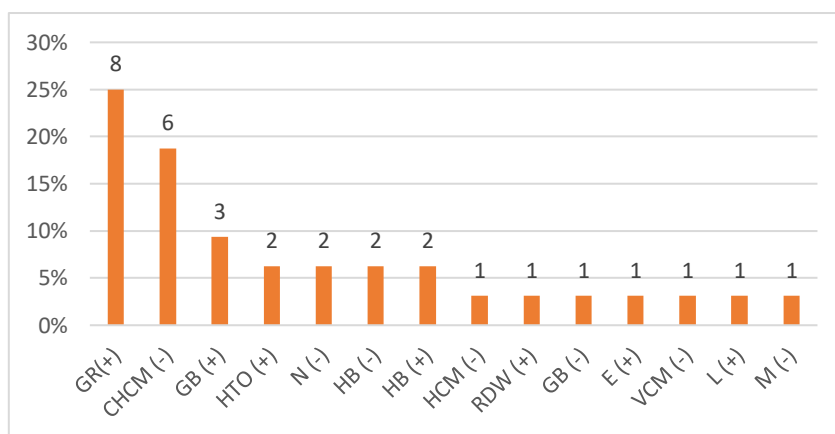
**Tabla N° 113:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentaron síntomas

N° de Trabajadores	Síntoma	Tipo de alteración del CH
1	Parestesias	GR (+)
3	Parestesias	CHCM (-)
1	Parestesias	GR (+) GB (+)
1	Parestesias	HB (+) HTO (+) GR (+)
1	Parestesias	N (-)
1	Parestesias	E (+)
1	Pérdida de peso	CHCM (-)
1	Palpitaciones	GR (+)
1	Palpitaciones	GB (-) N (-) L (+)
1	Palpitaciones	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	Palpitaciones	GB (+)
1	Mareos	GR (+)
1	Mareos	M (-)
1	Debilidad	HB (-)

1	Cefalea, debilidad	GR (+)
1	Hematomas	GB (+)
1	Cefalea, parestesias, palpitaciones	GR (+)
1	Cefalea, parestesias, mareos	CHCM (-)
1	Cefalea	HB (+) HTO (+) GR (+)

Fuente: Propia

**Figura N° 71:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que presentaron síntomas (n=21)



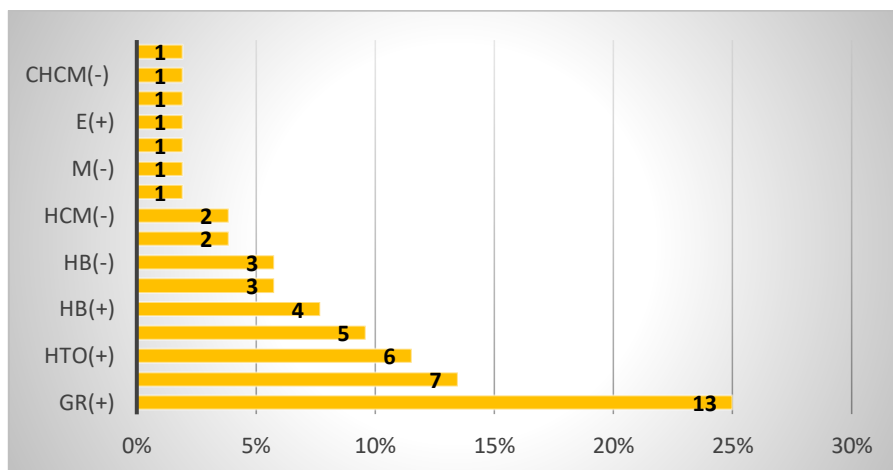
Fuente: Propia

**Tabla N° 114:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no presentaron hallazgos al examen físico

N° de Trabajadores	Tipo de alteración del CH
3	CHCM (-)
1	E (+)
6	GB (+)
1	GB (-) N (-) L (+)
1	GR (+) GB (+)
8	GR (+)
1	GR (+), CHCM (-)
2	HB (-)
1	HB (-) VCM (-) HCM (-) CHCM (-) RDW (+)
1	HB (+) HTO (+)
1	HCM (-) CHCM (-)
3	HB (+) HTO (+) GR (+)
2	HTO (+)
1	M (-)
1	VCM (+)
2	N (-)
1	VCM (-)

Fuente: Propia

**Figura N° 72:** Tipo de alteración del CH en los trabajadores que no presentaron hallazgos al examen físico (n=36)



Fuente: Propia



## **ANEXO B: Consentimiento Informado**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE MEDICINA–DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGIA**

**MAESTRÍA EN TOXICOLOGÍA**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACION EN EL ESTUDIO**

Yo \_\_\_\_\_,  
identificado con CC \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, he sido informado (a) que el Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, va a llevar a cabo el estudio “EVALUACION DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS: CUADRO HEMÁTICO Y FROTIS DE SANGRE PERIFÉRICA EN TRABAJADORES EXPUESTOS A PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS, CARBAMATOS Y PIRETROIDES. CUNDINAMARCA 2016-2017.”

Yo he elegido participar libremente, entiendo que esto significa responder una entrevista y una encuesta para la historia clínica toxicológica en la cual se exploran algunos aspectos de mi vida, en especial relacionados con mis antecedentes ocupacionales, algunos hábitos de vida y los antecedentes médicos personales. Además, se me practicará un examen médico, se me tomarán muestras de sangre para realizar la determinación en el laboratorio de actividad de colinesterasa eritrocitaria, cuadro hemático y frotis de sangre periférica.

Entiendo que dentro del estudio no se me realizará ningún tipo de seguimiento familiar, laboral o judicial y dado que mi participación es enteramente voluntaria puedo rehusarme a contestar cualquier pregunta o retirarme voluntariamente en cualquier momento del estudio sin que esto acarree algún tipo de consecuencia.

Entiendo que participar en este estudio no conlleva riesgo alguno, que la información obtenida de mi será tratada de forma confidencial y que no voy a ser identificado personalmente en los resultados del estudio, que no obtendré remuneración económica y el beneficio se recibirá por medio del conocimiento generado en el presente estudio. Sin embargo, si al participar se me encuentra algún hallazgo, se me ofrecerá orientación al respecto.

Acepto que al departamento de salud ocupacional de la empresa se le presente un concepto con la interpretación médica de los resultados de mis paraclínicos, los hallazgos relevantes en las valoraciones médicas y las recomendaciones en salud a que haya lugar en cada caso.

En caso de que se presente alguna variación o anormalidad en el resultado de los exámenes realizados, la persona responsable del estudio me lo hará saber y se me orientará sobre los pasos a seguir, de igual manera podré solicitarle mis resultados.

Finalmente a las personas participantes, se nos socializarán los resultados finales de la investigación.

Se me ha preguntado si tengo alguna duda acerca del estudio en este momento y si tuviese en el futuro alguna duda del mismo puedo obtener información en el Departamento de Toxicología, en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

Yo he leído la información anterior y he entendido el propósito de la prueba y los riesgos asociados. Con este conocimiento yo estoy de acuerdo en llevar a cabo la prueba.

Acepto SI ( )

NO ( )

---

Nombre

Fecha

Dirección

Tel.

Investigador principal o persona responsable: Sandra Catalina Cortés Iza

Correo electrónico: [sccortesi@unal.edu.co](mailto:sccortesi@unal.edu.co). cortes284@yahoo.com

Tel. 3124189678

Nota: Tomado y ajustado de (46)

## ANEXO C: Historia clínica toxicológica con énfasis en sistema hematopoyético.

Aplicación de criterios de inclusión	si	no
Tiene antigüedad mínima de 6 meses en contacto (directo o indirecto) con pesticidas organofosforados, carbamatos y/o piretroides?:		

Aplicación de criterios de exclusión:	si	no	cual
¿Sufre de enfermedades de medula ósea (leucemia, síndrome mielodisplásico, mieloma múltiple, policitemia vera, mielofibrosis, anemia aplásica), anemias congénitas-hereditarias, linfoma?			
¿Tiene antecedente de esplenectomía, sufre de enfermedad esplénica, presenta infecciones activas en el momento?			
	si	no	no aplica
¿Está usted en embarazo?			

CODIGO				
--------	--	--	--	--

Lugar de Diligenciamiento	Fecha (D/M/A)
---------------------------	---------------

### DATOS GENERALES Y OCUPACIONALES

Empresa:									
Nombre:				Sexo F ( ) M ( )		Fecha de nac (D/M/A)			
Doc. Identificación				Edad:		Estado civil:			
Lugar de nacimiento:				Residencia: Urbana ( ) Rural ( )					
Dirección:				Teléfono:					
Nivel de escolaridad: A ( ) P ( ) S ( ) T ( ) U ( ) Otro ( )									

Cargo		Antigüedad en el cargo (meses)	
Antigüedad en la empresa (meses):		Meses en contacto con los pesticidas:	
Área de desempeño: Operativa: ( ) Administrativa: ( )		Ejercicio Físico: Si ( ) No ( ) Cual: ( ) Frecuencia:	
Manera de exposición: Directa: ( ) Indirecta: ( )		Horas de trabajo al día en contacto directo con el pesticida:	
Uso de EPP: SI ( ) NO ( ) Cuales:			
Actividades extralaborales: SI ( ) NO ( ) Cuales:			

Pasatiempos: SI ( ) NO ( ) Cuales:

**ANTECEDENTES PERSONALES Y FAMILIARES**

	Si	No	Cual	# Cig	Frecuencia	Cuanto tiempo?	Hasta hace cuanto?
¿Es o ha sido fumador de cigarrillo, tabaco, pipa o cualquier otra sustancia?							

	SI	NO	CUAL
¿Consume bebidas alcohólicas con frecuencia de mínimo 1 vez a la semana?			
¿Ha tenido que ser hospitalizado en alguna ocasión a consecuencia de una enfermedad o accidente?			
¿Le ha sido realizada en alguna ocasión un tratamiento quirúrgico u ortopédico?			
¿Le ha sido diagnosticada en alguna ocasión alguna enfermedad?			
¿Le ha sido diagnosticada a algún familiar alguna enfermedad?			
¿Le ha sido diagnosticada en alguna ocasión una enfermedad hematopoyética?			
¿Le ha sido diagnosticada a algún familiar una enfermedad hematopoyética?			

	SI	NO	CUAL	HASTA HACE CUANTO
¿Recibe o ha recibido medicamentos formulados para el tratamiento de alguna enfermedad, por un periodo superior a un mes?				
¿Se automedica?				

	si	no	cual	cuando	síntomas	si	no
¿Ha sufrido alguna vez una intoxicación por contacto con pesticidas?							

**REVISION POR SISTEMAS**

Disnea				Cefalea				Parestesias				Palpitaciones				Mareos			
Si		No		Si		No		Si		No		Si		No		Si		No	
<b>Sangrado espontaneo</b>				<b>Orina roja</b>				<b>Debilidad / fatiga</b>				<b>Equimosis / hematomas</b>							
si		no		si		no		si		no		si no							
<b>otros:</b>																			

**EXAMEN CLINICO  
CONSTANTES  
FISIOLÓGICAS**

PESO (KGS)	TALLA (Mts)	IMC (Kg/m2)	PRESION ARTERIAL	FREC. CARD	FREC. RESP

**EXAMEN CARDIOVASCULAR**

	NORMAL	ANORMAL	OBSERVACIONES
Cabeza y Cuello			
Inspección Torácica			
Palpación y Percusión Torácica			
Auscultación Pulmonar			
Ritmo Cardíaco			
Timbre de Ruidos Cardíacos			
Edema en miembros inferiores			

**PIEL, MUCOSAS Y FANERAS**

	SI	NO
¿Hay Ictericia?		
¿Presenta cianosis peribucal?		
¿Hay Palidez mucocutánea?		
¿Existe mucosa bucal violácea?		
¿Hay petequias, hematomas, equimosis o sangrado?		
¿Existe ausencia o atrofia de papilas en la lengua?		
¿Existe estomatitis angular?		
¿Existe glositis?		
¿Hay uñas en vidrio de reloj?		
¿Hay uñas en cuchara?		
¿Existen infecciones activas en piel?		
Observaciones		

**SISTEMA HEMATOPOYÉTICO**

	SI	NO
¿Existe adenomegalia?		
¿Existe esplenomegalia?		
¿Existe hepatomegalia?		

**SISTEMA VASCULAR PERIFÉRICO**

	SI	NO
¿Varices?		
¿Hay cianosis ungueal?		
¿Hay alteración del llenado capilar?		
Evaluación de pulsos periféricos		
NORMAL	ANORMAL	
OBSERVACIONES		

## **ANEXO D: Reporte de cuadro hemático, colinesterasa eritrocitaria y frotis de sangre periférica.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**FACULTAD DE MEDICINA–DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGIA**  
**MAESTRÍA EN TOXICOLOGÍA**  
**REPORTE DE LABORATORIOS**

No. Código

Datos de identificación:

- Nombre: \_\_\_\_\_
- Doc. identificación: \_\_\_\_\_
- Empresa: \_\_\_\_\_
  
- Análisis de Laboratorio. Cuadro hemático  
Resultado: \_\_\_\_\_  
Interpretación: \_\_\_\_\_
  
- Análisis de Laboratorio: Actividad de colinesterasa eritrocitaria  
  
Resultado: \_\_\_\_\_  
Rango de referencia: 11188 - 15698 U/L  
Interpretación: \_\_\_\_\_

- 
- Análisis de Laboratorio: Frotis de sangre periférica

Resultado: \_\_\_\_\_

Interpretación: \_\_\_\_\_

- Recomendaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### REALIZADO POR.

Sandra Catalina Cortés Iza  
Médica  
Esp. en Medicina del Trabajo  
Candidata a Magister en Toxicología  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional

Alba Isabel Rodríguez  
Docente departamento de Toxicología  
Médica Laboral- Msc Toxicología  
Especialista en Salud Ocupacional  
Líder grupo de investigación TOXICAO  
Departamento de Toxicología  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional

# ANEXO E: Formato concepto de evaluaciones médicas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA-DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGIA

MAESTRÍA EN TOXICOLOGÍA

FORMATO CONCEPTO DE EVALUACIONES MEDICAS

No. Código

## I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN:

- Nombre: \_\_\_\_\_
- Doc. identificación \_\_\_\_\_
- Empresa \_\_\_\_\_

## II- EXAMEN MÉDICO

(Normal: N - Anormal: A)

Examen Cardiovascular: \_\_\_\_\_(N/A)

Examen Piel, mucosa y faneras: \_\_\_\_\_(N/A)

Examen Sistema Hematopoyético: \_\_\_\_\_(N/A)

Exámen Vascular periférico: \_\_\_\_\_(N/A)

Otros Hallazgos: \_\_\_\_\_

---

---

## III- EXAMENES ESPECIALES



---

Cuadro hemático: \_\_\_\_\_

Frotis de sangre periférica: \_\_\_\_\_

Colinesterasa eritrocitaria: \_\_\_\_\_

#### IV-CONCLUSIONES

\_\_\_\_\_

#### V. RECOMENDACIONES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

REALIZADO POR.

REALIZADO POR.

Sandra Catalina Cortés Iza  
Médica  
Esp. en Medicina del Trabajo  
Candidata a Magister en Toxicología  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional

Alba Isabel Rodríguez  
Docente departamento de Toxicología  
Médica Laboral- Msc Toxicología  
Especialista en Salud Ocupacional  
Líder grupo de investigación TOXICAO  
Departamento de Toxicología  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional

## Bibliografía

1. Avila A, Cortés J, Moreno A. Toxicología en Urgencias. In. Bogota: Celsus; 2015. p. 379-382.
2. Sánchez D , Gutiérrez J, Campo J y Herrera JP. Estudio sobre el sector de plaguicidas en Colombia. Diciembre de 2013. Superintendencia de industria y comercio.
3. Varona ME, Tolosa JE, Cárdenas O, Torres CH, Pardo D, Carrasquilla G, Frumkin H. Descripción del uso y manejo de plaguicidas en las empresas de flores afiliadas a Asocolflores. Biomédica. 2005 Septiembre; 25(3): p. 377-89.
4. López O. Influencia de la exposición crónica a plaguicidas sobre diversos marcadores bioquímicos (esterasas y enzimas antioxidantes) en trabajadores de invernadero en la costa oriental de Andalucía. Tesis Doctoral. Granada, España: Universidad de Granada, facultad de medicina, Granada; 2005. Report No.: ISBN 84-338-3294-8.
5. Bhatti, G.K., Bhatti, J.S., Kiran, R. y Sandhir, R. Biochemical and morphological perturbations in rat erythrocytes exposed to ethion: Protective effect of vitamin E. Cell Mol Biol. 2011 Febrero; 57(1): p. 70-79.
6. Wafa T, Nadia K, Amel N, Ikbal C, Insaf T, Asma K, Hedi MA, Mohamed H. Oxidative stress, hematological and biochemical alterations in farmers exposed to pesticides. J Environ Sci Health B. 2013 Septiembre; 48(12): p. 1058-1069.
7. Ministerio de Salud. Informe quincenal epidemiológico nacional. Instituto Nacional de Salud. 2017 Marzo; 22(6): P. 7-8.
8. Instituto Nacional de Salud. INS - Instituto Nacional de Salud. [Online]. Bogotá; 2017 [cited 2017 Agosto 8. Available from: <http://www.ins.gov.co/boletin-epidemiologico/Paginas/default.aspx>.
9. Abdollahi M, Ranjbar A, Shadnia S, Nikfar S, Rezaie A. Pesticides and oxidative stress: a review. Med Sci Monit. 2004 Junio; 10(6): p. 141-147.
10. Kehrer JP. Free radicals as mediators of tissue injury and disease. Crit Rev Toxicol. 1993; 23(1): p. 21-48.
11. Gutteridge JMC. Oxygen radicals transition metals and ageing. Advances in age pigments research. New York: Pergamon Press. 1994; 22(1-22).
12. Praksam A, Sethupathy S, Lalitha S. Plasma and RBCs antioxidant status in occupational male pesticide sprayers. Clin Chim Acta. 2001 Agosto; 310(2): p. 107-112.

13. López O, Hernández AF, Rodrigo L, Gil F, Pena G, Serrano JL, Parrón T, Villanueva E, Pla A. Changes in antioxidant enzymes in humans with long-term exposure to pesticides. *Toxicol Lett*. 2007 Julio; 171(3): p. 146-153.
14. El-Demerdash FM. Lipid peroxidation, oxidative stress and acetylcholinesterase in rat brain exposed to organophosphate and pyrethroid insecticides. *Food Chem Toxicol*. 2011 Junio; 49(6): p. 1346-1352.
15. Gultekin F1, Ozturk M, Akdogan M. The effect of organophosphate insecticide chlorpyrifos-ethyl on lipid peroxidation and antioxidant enzymes (in vitro). *Arch Toxicol*. 2000 Noviembre; 74(9): p. 533-538.
16. Hincal F1, Gürbay A, Giray B. Induction of lipid peroxidation and alteration of glutathione redox status by endosulfan. *Biol Trace Elem Res*. 1995 Enero; 47(1): p. 321-326.
17. Kale M, Rathore N, John S, Bhatnagar D. Lipid peroxidative damage on pyrethroid exposure and alterations in antioxidant status in rat erythrocytes: a possible involvement of reactive oxygen species. *Toxicol Lett*. 1999 Abril; 105(3): p. 197-205.
18. Gultekin F, Kisioglu AN, Kucukoner E, Ogut S1. Oxidative stress in the blood of farm workers following intensive pesticide exposure. *Toxicol Ind Health*. 2011 Octubre; 27(9): p. 820-825.
19. Simoniello MF, Kleinsorge EC, Carballo MA. Evaluacion bioquimica de trabajadores rurales expuestos a pesticidas. *Medicina (B Aires)*. 2010 Diciembre; 70(6): p. 489-498.
20. Díaz V, Pistilli N, Guillén R, Melgarejo MV de, Velázquez GI. Valores Hematologicos en individuos expuestos accidentalmente a insecticidas organofosforados. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*. 2001 Febrero; 1(1): p. 1-4.
21. Parrón T, Hernández AF, Pla A, Villanueva E. Clinical and biochemical changes in greenhouse sprayers chronically. *Hum Exp Toxicol*. 1996 Diciembre; 15(12): p. 957-963.
22. Hundekari IA, Suryakar AN, Rathi DB. Acute organo-phosphorus pesticide poisoning in North Karnataka, India: oxidative damage, hemoglobin level and total leukocyte. *Afr Health Sci*. 2013 Marzo; 13(1): p. 129-136.
23. Fareed M, Pathak MK, Bihari V, Kamal R, Srivastava AK, Kesavachandran CN. Adverse Respiratory Health and Hematological Alterations among Agricultural Workers Occupationally Exposed to Organophosphate Pesticides: A Cross-Sectional Study in North India. *PLoS One*. 2013 Julio; 8(7): p. 1-10.
24. Mandarapu R, Prakhya BM. In vitro myelotoxic effects of cypermethrin and mancozeb on human hematopoietic progenitor cells. *J Immunotoxicol*. 2015 Junio; 12(1): p. 48-55.
25. Carmona-Fonseca J. Colinesterasa eritrocitaria y plasmatica en trabajadores con enfermedades crónicas controladas y en usuarios de medicamentos. *IATREIA*. 2006 Marzo; 19(1): p.14-28.

26. Ministerio de la protección social. Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) (GATISO-PIC) Bogotá; 2008.
27. Maroni M, Colosio C, Ferioli A, Fait A. Organophosphorous pesticides. In *Toxicology* 143; 2000. p. 9-37.
28. Carmona-Fonseca J. Colinesterasas en sangre total medidas con técnica semicuantitativa y en eritrocitos o plasma medidas con técnicas cuantitativas: relaciones. *Biomédica*. 2007 Junio; 27(2): p. 244-256.
29. Cerón J, Tecles F. Determinación espectrofotométrica de colinesterasa en sangre entera de animales domésticos: factores pre y analíticos. *An. Vet.* 2003; 19: p. 61-76.
30. Webster NR, Nunn JF. Molecular structure of free radicals and their importance in biological reactions. *Br J Anaesth.* 1998; 60(1): p. 98-108.
31. Ramón JR. Radicales libres y antioxidantes en clínica humana. In.: Madrid : IDEPSA, D.L; 1993.
32. Martinez-Cayuela M. Toxicidad de xenobióticos mediada por radicales libres de oxígeno. *Ars Pharmaceutica.* 1998; 39(1): p. 5-18.
33. Dwivedi PD, Das M, Khanna SK. Role of cytochrome P-450 in quinalphos toxicity: effect on hepatic and brain antioxidant enzymes in rats. *Food Chem Toxicology.* 1998; 36(5): p. 437-444.
34. Gulati GL, Hyun BH. The automated CBC. A current perspective. *Hematol Oncol Clin North Am.* 1994; 8: P. 593-603.
35. Sociedad Colombiana de Patología Clínica. Manual de Codificación, Nomenclatura, Nivelación y Valores de Exámenes de laboratorio Clínico. In. Medellín-Colombia: Edimeco S.A; 2007. p. 1-100.
36. República de Colombia, Ministerio de Protección Social. Resolución 1896 de 2001 por la cual se sustituye integralmente la Clasificación Única de Procedimientos en Salud. 2001.
37. Campuzano - Maya G. Del hemograma manual al hemograma de cuarta generación. *Medicina y laboratorio.* 2007; 13(11): p. 511-550.
38. Campuzano-Maya G. Utilidad clínica del extendido de sangre periférica: Los eritrocitos. *Medicina y laboratorio.* 2008; 14(7): p. 311-357.
39. Manual de hematología práctica 2: Frote periférico. [Online]. [cited 2016 Septiembre 2]. Available from: <https://qbhematologia.files.wordpress.com/2011/07/prc3a1ctica-2.pdf>.

- 
40. Instituto Colombiano Agropecuario. [Online]. [cited 2016 Mayo 05. Available from: <http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Regulacion-y-Control-de-Plaguicidas-Quimicos.aspx>.
  41. Universidad de Santander. Guía de laboratorio clínico. Guía. ; 2010.
  42. Carmona-Fonseca J. Valores de referencia de la actividad de la colinesterasa eritrocitaria según las técnicas de Michel y EQM en población laboral de Antioquia, Colombia. Rev Panam Salud Pública. 2003; 14(5): p. 316-324.
  43. Ferro M, Molina L, Rodriguez W. La bioética y sus principios. 2008.
  44. República de Colombia, Ministerio de Salud. Resolución 008430. 1993.
  45. Cuberos E , Rodriguez A , Prieto E. Niveles de Cromo y Alteraciones de Salud en una Población Expuesta a las Actividades de Curtiembres en Bogotá, Colombia. Rev. salud pública. 2009 Marzo; 11(2): p. 278-289.
  46. Diaz Gomez Alejandra. Consentimiento informado. Alteraciones neurológicas por exposición a Plomo en trabajadores de procesos de fundición, Soacha. 2009.